

PERBANDINGAN *GRID MISSION* DAN *CIRCULAR MISSION* DALAM METODE FOTOGRAMETRI JARAK DEKAT (*CLOSE RANGE PHOTOGRAMMETRY*) UNTUK PERHITUNGAN VOLUME *STOCKPILE* BATUBARA PADA CV BUNDA KANDUNG, DESA PARING LAHUNG, KECAMATAN MONTALLAT KABUPATEN BARITO UTARA PROVINSI KALIMANTAN TENGAH

SKRIPSI



OLEH :

BONIFASIUS RICHO

NIM DBD 112 194

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN/PRODI TEKNIK PERTAMBANGAN
2020**

**PERBANDINGAN *GRID MISSION* DAN *CIRCULAR MISSION*
DALAM METODE FOTOGRAMETRI JARAK DEKAT
(*CLOSE RANGE PHOTOGRAMMETRY*) UNTUK
PERHITUNGAN VOLUME *STOCKPILE* BATUBARA
PADA CV BUNDA KANDUNG,
DESA PARING LAHUNG, KECAMATAN MONTALLAT
KABUPATEN BARITO UTARA
PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

SKRIPSI

**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Jurusan Teknik Pertambangan**



OLEH :

BONIFASIUS RICHO

NIM DBD 112 194

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN/PRODI TEKNIK PERTAMBANGAN
2020**

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : BONIFASIUS RICHIO

NIM : DBD 112 194

JURUSAN : TEKNIK PERTAMBANGAN

Menyatakan bahwa penyusunan Skripsi ini adalah hasil penelitian saya sendiri, terkecuali kutipan-kutipan yang telah saya jelaskan sumbernya di daftar pustaka. Apabila terdapat pelanggaran dalam Penulisan dan Penyusunan Skripsi ini, saya bersedia untuk menerima sanksi sesuai peraturan dan ketentuan yang berlaku.

Palangka Raya, 29 Januari 2020

Penulis,



Bonifasius Richio

NIM. DBD 112 194

**HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI
PERBANDINGAN *GRID MISSION* DAN *CIRCULAR MISSION* DALAM
METODE FOTOGRAMETRI JARAK DEKAT (*CLOSE RANGE
PHOTOGRAMMETRY*) UNTUK PERHITUNGAN VOLUME *STOCKPILE*
BATUBARA
PADA CV BUNDA KANDUNG,
DESA PARING LAHUNG, KECAMATAN MONTALLAT
KABUPATEN BARITO UTARA, PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

Oleh :

BONIFASIUS RICH
DBD 112 194

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada Tanggal 29 Januari 2020
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Susunan Tim Penguji,

1. Hepryandi Luwyk Djanas Usup, ST., MT.
NIP. 19810211 200604 1 001
2. Lisa Virgiyanti, ST., MT.
NIP. 19770904 200801 2 011
3. Yossa Yonathan Hutajulu, ST., MT.
NIP. 19841022 201504 1 001
4. Noveriady, ST., MT.
NIP. 19861125 201903 1 007
5. Dody A.K. Wijaya, S. Hut., M.Si.
NIP. 19831207 201212 1 001

Ketua

Sekretaris

Anggota

Anggota

Anggota

Mengetahui,
Dekan
Fakultas Teknik

W. WALLYO NUSWANTORO, MT
NIP. 19631119 199302 1 001

Menyetujui,
Ketua Jurusan
Teknik Pertambangan

FAHRUL INDRAJAYA, ST., MT
NIP. 19791215200812 1 001



HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini di kupersembahkan untuk :

Terima kasih untuk Ibu Saya (Rosanorie Kristina Sely) karena selalu mendukung dan memberikan semangat dalam kehidupanku.

Kepada teman-teman yang sudah banyak membantu selama masa kuliah ini, banyak hal sudah dilewati pertolongan kalian membuat saya masih bisa bertahan, Terima Kasih.

Terima kasih kepada pembimbing skripsi saya, Pak Hepriandi L. DJ Usup, Ibu Lisa Virgiyanti, karena berkat bantuan dan bimbingan bapak skripsi ini dapat terselesaikan.

Terima kasih kepada Kepala Teknik Tambang Pak Surtisno beserta staff CV Bunda Kandung yang sudah menyediakan tempat penelitian.

Terimakasih kasih kepada seluruh Dosen dan Staff jurusan/prodi teknik pertambangan UPR yang telah membantu maupun mendukung dalam hal dan bentuk apapun.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul “Perbandingan *Grid Mission* dan *Circular Mission* Dalam Metode Fotogrametri Jarak Dekat (*Close Range Photogrammetry*) Untuk Perhitungan Volume *Stockpile* Batubara Pada CV Bunda Kandung Desa Paring Lahung Kecamatan Montallat Kabupaten Barito Utara Provinsi Kalimantan Tengah” ini dilakukan mulai 20 November 2018 sampai dengan 14 Februari 2019.

Pada kesempatan ini izinkanlah penulis untuk menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Bapak Fahrul Indrajaya, ST., MT. Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya.
3. Yossa Yonathan Hutajulu, ST., MT. Sekertaris Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya.
4. Ibu Lisa Virgiyanti, ST., MT. Dosen Koordinator Skripsi.
5. Bapak Hepriyandi L. DJ. Usup, ST., MT. Dosen Pembimbing I.
6. Lisa Virgiyanti, ST., MT. Dosen Pembimbing II.
7. Bapak Yossa Yonathan Hutajulu, ST., MT. Dosen Penguji I.
8. Bapak Noveriady, ST., MT. Dosen Penguji II.
9. Bapak Dody A.K. Wijaya, S. Hut., M. Si. Dosen Penguji III.

10. Kepada rekan–rekan mahasiswa/i yang telah banyak membantu menyumbangkan ide dan masukan yang membangun dalam penyelesaian Skripsi ini.

Penulis berharap dengan adanya Skripsi ini nantinya dapat bermanfaat bagi perusahaan, bagi penulis sendiri dan khususnya kepada teman–teman mahasiswa/i Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya.

Palangka Raya, 29 Januari 2020

Penulis,

Bonifasius Richo
NIM. DBD 112 194

SARI

Penelitian ini dilaksanakan Pada CV. Bunda kandung yang berlokasi di Desa Paring Lahung, Kecamatan Montallat, Kabupaten Barito Utara, Provinsi Kalimantan Tengah. Dalam pengambilan data fotogrametri jarak dekat tersedia lima misi yang dapat dipilih sesuai dengan aplikasi pendukung yang digunakan dalam penelitian, yaitu *polygon*, *grid mission*, *double grid mission*, *circular mission* dan *freeflight*. Dalam penelitian ini peneliti memilih *grid mission* dan *circular mission* untuk pengambilan data fotogrametri dengan menyesuaikan bentuk *boundary* (batas) stockpile batubara dan mempertimbangkan durasi waktu terbang instrument / alat yang lebih singkat dibandingkan misi yang lain.

Untuk menghitung tonase *stockpile* BK-01 dengan menggunakan metode survei photogrametri diperlukan data foto dari *grid mission* dan *circular mission* kemudian diolah dengan bantuan dari *software Agisoft Metashape* dan di hitung menggunakan *software Global Mapper* menggunakan metode *cut and fill*, berdasarkan hasil perhitungan dari metode tersebut didapat hasil tonase *grid mission* pada bulan November tahun 2018 adalah sebesar 8.978,212 Ton, dan hasil tonase dari *circular mission* sebesar 9.258,347 Ton, Untuk data tonase hasil pada *stockpile* BK-01 pada bulan november 2018 sebesar 9.144,672 Ton, perbandingan *grid mission* dan *grid mission* terhadap hasil timbangan mengacu pada metode pengujian yang dilakukan ASTM dengan toleransi 2,78 %.

Hasil perhitungan tonase survei fotogrametri dengan menggunakan *grid mission* dan *circular mission* masing – masing memiliki perbedaan terhadap timbangan. Terdapat perbedaan sebesar -1.82 % pada *grid mission* dan pada *circular mission* sebesar 1.24 %. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kedua misi masih memenuhi standar toleransi ASTM, dimana *circular mission* menghasilkan kontur dan penampang dengan kualitas yang lebih baik dan memberikan nilai yang lebih mendekati timbangan dengan demikian *grid mission* dan *circular mission* telah memenuhi spesifikasi dalam survei *stockpile*.

Kata Kunci : Fotogrametri, *Stockpile*, *Grid Mission*, *Circular Mission*

ABSTRACT

Research was conducted at CV Bunda Kandung in Paring Lahung Village, Montallat sub-district, North Barito district, Central Kalimantan. There is five available flight mission that fit to use for close range photogrammetry i.e. polygon, grid, double grid, circular and free flight mission. For this research purpose, grid mission and circular mission was chosen with some boundary adjustment fitted within stockpile area. The choice of method was taken due to its relative shorter flight duration than any other options.

To calculate coal tonnage on stockpile BK-01 using photogrammetry survey, first step is to take aerial photograph on each chosen mission, then it processed with Agisoft Metashape assistance to generate stockpile model and then it calculated using cut and fill method on Global Mapper. Based on calculation result obtained from the mission grid tonnage in November 2018 was 8,978,212 tons and the tonnage results from the circular mission was 9,258,347 tons.

Then according to weighbridge measurement, the coal stockpile tonnage is 9.144,672 tons. Compared to both photogrammetry survey mission there is -1,82 % and 1.24% of tonnage difference for grid mission and circular mission, which is mean circular mission generate better contour and cross section than grid mission. Then according to ASTM standard the deviation is <2.78 %, therefore it concluded that both mission is viable to be applied for stockpile survey.

Key Words: Photogrammetry, Stockpile, Grid Mission, Circular Mission

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
SARI	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Maksud dan Tujuan	3
1.3.1. Maksud	3
1.3.2. Tujuan	3
1.4. Manfaat	4
1.5. Batasan Masalah	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1. Penelitian Terdahulu	6
2.2. <i>Stockpile</i>	8
2.2.1. Pola Penumpukan	9
2.2.1. Tonase Batubara	11
2.3. Fotogrametri	12
2.4. Unmanned Aerial Vehicle (UAV)	13
2.4.1. Beberapa tipe / jenis UAV	14
2.4.2. Dji Phantom 3s	18
2.5. Fotogrametri Jarak Dekat	20
2.5.1. Skenario Pengambilan Foto	21
2.5.1. Sumber Kesalahan Foto Udara	22
2.6. Total Station	24
2.7. Ground Control Point	25
2.8. Fix4D Capture	28
2.9. Agisoft Fotoscan	28
2.10. Metode Perhitungan Volume	29
BAB III METODE PENELITIAN	32
3.1. Gambaran Umum Wilayah Penelitian	32
3.1.1. Profil Perusahaan	32
3.1.2. Lokasi Kesempaian Daerah	33

3.2.	Kondisi Geologi.....	34
3.2.1.	Kondisi Geologi Regional.....	34
3.2.2.	Kondisi Geologi Daerah Penelitian	38
3.3.	Metode Penelitian	40
3.4.	Tata Laksana Penelitian.....	42
3.4.1.	Langkah Kerja.....	42
3.5.	Alat dan Bahan	44
3.6.	Diagram Alir.....	45
3.7.	Waktu Penelitian.....	46
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1.	Hasil.....	47
4.1.1.	Tahapan dan Perhitungan Volume <i>Stockpile</i> Menggunakan <i>Grid Mission</i> dan <i>Circular Mission</i> pada Fotogrametri Jarak Dekat	47
4.1.2.	Analisis Perbandingan Tonase Batubara Menggunakan <i>Grid Mission</i> dan <i>Circular Mission</i> Pada Fotogrametri Jarak Dekat (<i>Close Range Fotogrammetry</i>) dengan Tonase Timbangan	54
4.2.	Pembahasan	56
4.2.1.	Tahapan dan Perhitungan Volume <i>Stockpile</i> Menggunakan <i>Grid Mission</i> dan <i>Circular Mission</i> pada Fotogrametri Jarak Dekat	56
4.2.2.	Analisis Perbandingan Tonase Batubara Menggunakan <i>Grid Mission</i> dan <i>Circular Mission</i> Pada Fotogrametri Jarak Dekat (<i>Close Range Fotogrammetry</i>) dengan Tonase Timbangan	60
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1.	Kesimpulan	61
5.2.	Pembahasan	62

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Pola Penumpukan <i>Cone Fly</i>	9
Gambar 2.2.	Pola Penumpukan <i>Chevron</i>	10
Gambar 2.3.	Pola Penumpukan <i>Checon</i>	10
Gambar 2.4.	Pola Penumpukan <i>Windrow</i>	11
Gambar 2.5.	Bentuk dan Ukuran Jenis Drone <i>Fixed Wing</i>	15
Gambar 2.6.	<i>Helicopter</i>	16
Gambar 2.7.	<i>Double Copter</i>	16
Gambar 2.8.	Model <i>Tri-Copter</i>	17
Gambar 2.9.	Drone <i>Quadcopter</i>	17
Gambar 2.10.	<i>Hexacopter</i>	18
Gambar 2.11.	<i>Octocopter</i>	18
Gambar 2.12.	Spesifikasi Phantom 3s	20
Gambar 2.13.	Skenario perekaman objek dengan foto teristris	21
Gambar 2.14.	Ilustrasi kesalahan <i>drift</i>	22
Gambar 2.15.	Ilustrasi kesalahan <i>tilt</i>	23
Gambar 2.16.	Ilustrasi kesalahan <i>tip</i>	23
Gambar 2.17.	Tampak <i>GCP</i> dari Udara	27
Gambar 2.18.	Tampak <i>GCP</i> dari Dekat	27
Gambar 2.19.	Halaman Utama Fix4D Captured	28
Gambar 2.20.	Tampilan Kerja Agisoft Photoscan	29
Gambar 2.21.	Visualisasi perhitungan volume dengan metode <i>cut and fill</i>	30
Gambar 3.1.	Batas-batas Lembar Buntok	35
Gambar 3.2.	Statigrafi Lembar Buntok	36
Gambar 4.1.	Tahap Pengambilan Data	47
Gambar 4.2.	<i>Stockpile</i> BK-01 dengan pola tumpuka <i>Chevron</i>	48
Gambar 4.3.	Penentuan GCP menggunakan <i>Total Station</i>	48
Gambar 4.4.	<i>Grid Mission</i>	50
Gambar 4.5.	<i>Circular Mission</i>	50
Gambar 4.6.	Persiapan Terbang / <i>Flight</i>	51

Gambar 4.7. Keadaan Cuaca.....	51
Gambar 4.6. Membuat Chunk.....	49
Gambar 4.7. Menambahkan Foto.....	49
Gambar 4.8. Pasca Penerbangan / <i>Landing</i>	51
Gambar 4.10. Perbandingan Kontur Antara <i>Grid Mission</i> dan <i>Circular Mission</i>	54

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	Koordinat Geografis Batas IUP CV. BK Seluas 3.930 Ha.....	33
Tabel 3.2.	Waktu Penelitian	46
Tabel 4.1.	Hasil Pengukuran <i>GCP (Ground Control Point)</i>	49
Tabel 4.2.	<i>Grid Mission Planning</i>	49
Tabel 4.3.	<i>Circular Mission Planning</i>	49
Tabel 4.4.	Volume dan Tonase Survei Fotogrametri Menggunakan <i>Grid Mission</i>	53
Tabel 4.5.	Volume dan Tonase Survei Fotogrametri Menggunakan <i>Circular Mission</i>	53
Tabel 4.6.	Perbandingan Tonase <i>Stockpile</i> 01-BK	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

- A Peta Kesampaian Lokasi Penelitian
- B Peta Geologi Regional Daerah Penelitian
- C Pengolahan Data Fotogrametri Dengan *Agisoft Metashape*
- D Peta Kontur *Grid Mission*
- E Peta Kontur *Circular Mission*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Stockpile merupakan suatu tumpukan material yang menjadi tempat penyimpanan sementara sebelum dilakukan distribusi (Permana, 2014 dalam Fauzi, Adam Irwansyah 2015). *Stockpile* berfungsi sebagai penyangga antara pengiriman dan produksi. Material yang telah dieksploitasi ditumpuk pada suatu tempat yang strategis sebelum dilakukan pengiriman. *Monitoring* secara periodik perlu dilakukan sebagai kontrol dalam manajemen *stockpile*. Salah satu hal terpenting pada manajemen *stockpile* yaitu *monitoring* volume. Pengukuran volume menuntut tingkat ketelitian tertinggi sehingga cadangan dan produksi dapat diperkirakan untuk memenuhi nilai ekonomisnya.

Penentuan volume *stockpile* batubara pada CV. Bunda Kandung di tentukan dari tiga aspek yaitu dari timbangan, *barging*, dan survei. Pengukuran dengan Total Station merupakan salah satu metode yang diterapkan pada survei *stockpile*. Data survei kemudian diproses menggunakan *software* tertentu sehingga diperoleh model tiga dimensi *stockpile* yang dapat digunakan untuk penghitungan volume.

Salah satu alternatif untuk penentuan volume *stockpile* batubara adalah dengan memanfaatkan fotogrametri jarak dekat (*close range photogrammetry*). Fotogrametri jarak dekat pada umumnya digunakan untuk memodelkan obyek tertentu. Dengan menggunakan fotogrametri jarak dekat volume suatu obyek dapat diketahui dari pemodelan tiga dimensi.

Dalam melakukan pemotretan foto udara dibutuhkan berbagai macam rencana yang harus dilakukan sebelum melakukan pemetaan, foto udara didapat dengan melakukan pemotretan lewat udara pada daerah tertentu dengan aturan fotogrametris tertentu, maka penentuan misi penerbangan yang akan digunakan akan mempengaruhi efisiensi pengambilan data dan hasil data yang diperoleh nantinya.

Dalam pengambilan data fotogrametri jarak dekat tersedia lima misi yang dapat dipilih sesuai dengan aplikasi pendukung yang digunakan dalam penelitian, yaitu *polygon*, *grid mission*, *double grid mission*, *circular mission* dan *freeflight*. Dalam penelitian ini peneliti memilih *grid mission* dan *circular mission* untuk pengambilan data fotogrametri dengan menyesuaikan bentuk *boundary* (batas) *stockpile* batubara dan mempertimbangkan durasi waktu terbang instrument / alat yang lebih singkat dibandingkan misi yang lain.

Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti tertarik dengan penelitian yang berhubungan dengan fotogrametri dan perhitungan volume maka peneliti memilih judul **“Perbandingan *Grid Mission* dan *Circular Mission* dalam Metode Fotogrametri Jarak Dekat (*Close Range Photogrammetry*) untuk Perhitungan Volume *Stockpile* Batubara Pada CV. Bunda Kandung Desa Paring Lahung Kecamatan Montalat Kabupaten Barito Utara Provinsi Kalimantan Tengah”**.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana tahapan kegiatan dan perhitungan volume *Stockpile* menggunakan metode fotogrametri jarak dekat (*close range fotogrammetry*)?
2. Bagaimana perbandingan jumlah tonase batubara menggunakan *grid mission* dan *circular mission* pada fotogrametri jarak dekat (*close range fotogrammetry*) dengan data timbangan?

1.3 Maksud dan Tujuan

1.3.1 Maksud

Adapun maksud dari skripsi ini adalah:

1. Pemenuhan Studi Akhir pada kurikulum pembelajaran program Strata-1 (S-1) Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.
2. Memberi gambaran kepada pembaca tentang penggunaan *grid mission* dan *circular mission* dalam metode fotogrametri jarak dekat untuk perhitungan volume *stockpile* batubara.

1.3.2 Tujuan

1. Menjelaskan tahapan kegiatan dan menghitung volume *Stockpile* menggunakan metode fotogrametri jarak dekat (*close range fotogrammetry*).
2. Menganalisis perbandingan *grid mission* dan *circular mission* dalam menghitung jumlah tonase batubara menggunakan survey

fotogrametri jarak dekat (*close range fotogrammetry*) dengan tonase timbangan.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari hasil penelitian ini bagi perusahaan diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk penggunaan instrument / alat (UAV) yang digunakan pada CV. Bunda Kandung, memberikan nilai-nilai yang mempengaruhi perhitungan jumlah tonase batubara menggunakan *grid mission* dan *circular mission* pada fotogrametri jarak dekat (*close range fotogrammetry*) serta menganalisis penggunaan *grid mission* dan *circular mission* sehingga Fotogrametri jarak dekat diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif dalam penentuan volume stockpile batubara

1.5 Batasan Masalah

1. Penelitian dilakukan pada *Stockpile* 1 CV. Bunda Kandung.
2. Pengambilan data dilakukan dengan metode survey fotogrametri menggunakan *grid mission* dan *circular mission* dengan tinggi terbang 25 meter.
3. Instrument / alat (UAV) yang digunakan adalah DJI Phantom 3 s.
4. Fix4d capture sebagai aplikasi pembuat jalur terbang dan pengambilan foto udara.
5. Agisoft Fotoscan sebagai aplikasi pengolah foto udara.
6. Aplikasi yang digunakan untuk menghitung volume menggunakan

metode *cut and fill* adalah global mapper.

7. Data timbangan hanya sebagai acuan menentukan hasil deviasi dengan hasil foto udara.
8. Data diolah menggunakan metode statistik.
9. Penelitian dilakukan pada bulan November 2018 – Februari 2019.
10. Perhitungan jumlah tonase batubara dilakukan pada saat *Stock Opname*.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian Pradana, Dendy Syahrir dari mahasiswa Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, yang dilaksanakan pada PT. Bukit Asam Tbk. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung volume *stockpile* dengan metode fotogrametri jarak dekat. Hasil perhitungan tersebut kemudian dibandingkan dengan pemetaan teristris. Masing – masing metode memberikan informasi hasil hitungan volume yang berbeda. Analisis hasil yang dilakukan antara lain dilakukan analisis visual dan analisis uji signifikan perbedaan volume masing-masing metode.

Penelitian Halimi, Khairul dari mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan, Jurusan Teknik Kebumihan, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala Darussalam, yang dilaksanakan pada PT. Lhoong Setia Mining. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan dan menghitung volume *stockpile* bijih besi pada wilayah penambangan PT. Lhoong Setia Mining dengan tiga kontrol yang berbeda, yaitu kontrol dengan koordinat foto (semi terkontrol), kontrol GCP dengan GPS dan kontrol GCP dengan Theodolit menggunakan wahana UAV DJI Phantom 4. Pada penelitian ini data DEM dibentuk dari hasil penggabungan foto tegak dengan software Agisoft Photoscan versi trial. Kemudian data DEM diinput ke software Global Mapper versi trial untuk menghitung volume *stockpile* dengan 3 (tiga) kontrol point yang berbeda, kemudian dibandingkan dan dianalisis, menggunakan analisis distribusi T.

Berdasarkan analisis distribusi T diperoleh bahwa nilai volume dengan estimasi terbaik adalah volume yang didapat dengan data DEM semi terkontrol dengan total error sebesar 0,04%.

Penelitian Mulia, Defry dan Hapsari, Hepi dari mahasiswa Jurusan Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Metode yang digunakan untuk melakukan pengukuran volume suatu material adalah menggunakan metode tachymetri untuk mengetahui koordinat suatu titik dengan menggunakan alat ukur *Electronic Total Station* (ETS). Untuk mendapatkan bentuk permukaan tanah terbaik sangat bergantung pada bentuk permukaan, distribusi titik dan metode interpolasi. Tetapi dengan bertambahnya titik akan berarti menambah waktu dan biaya. Kadang-kadang untuk mendapatkan titik geodetik dapat beresiko dan mustahil. Karena itu, bentuk permukaan tanah tidak dapat diwakili dengan baik.

Untuk menyelesaikan masalah pengambilan titik permukaan tanah, penelitian ini menerapkan metode *Close Range Photogrammetry* (CRP) atau Fotogrametri Rentang Dekat sebagai metode alternatif untuk melakukan pengukuran dalam menentukan volume suatu material, dengan memanfaatkan teknologi kamera digital. Dalam teknik CRP, kualitas proses penentuan koordinat dapat ditingkatkan dengan cara melakukan pembidikan ke objek secara konvergen dari beberapa kamera agar diperoleh ukuran lebih. Teknik ini mempunyai kelebihan terutama jika objek yang akan diukur sulit untuk dijangkau dan atau memiliki dimensi yang kecil. Selain itu, kamera-

kamera digital populer (nonmetrik) umumnya mempunyai harga yang relatif terjangkau.

Pengolahan data dilakukan dengan pengambilan gambar objek menggunakan kamera non metric, pengukuran menggunakan *Electronic Total Station* (ETS) dan roll meter yang kemudian dilakukan kalibrasi kamera menggunakan Software Photomodeler Scanner untuk mendapatkan parameter internal kamera. Kemudian melakukan penandaan titik pada foto sampai akhirnya pembentukan objek 3 dimensi dan volume objek. Selanjutnya melakukan perbandingan dengan hasil pengolahan data thacymetri.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa data foto pada fotogrametri jarak dekat belum bisa dijadikan acuan dalam proses pembentukan 3 dimensi maupun perhitungan volumenya. Perkiraan volume pada objek lemari menggunakan metode fotogrametri jarak dekat adalah 0,903 m³ dan dengan menggunakan rol meter adalah 0,192 m³. Sementara itu, volume objek gundukan berumput menggunakan metode thacymetri adalah 162,164987 m³ dan luas adalah 30 m².

2.2 *Stockpile*

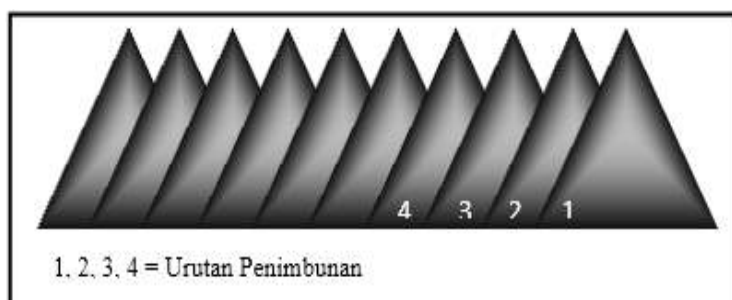
Stockpile merupakan suatu tumpukan material yang menjadi tempat penyimpanan sementara sebelum dilakukan distribusi (Permana, 2014 dalam Fauzi, Adam Irwansyah 2015). *Stockpile* merupakan salah satu unsur yang penting dalam kegiatan penambangan. *Stockpile* berfungsi sebagai penyangga antara pengiriman dan produksi. Material yang telah dieksploitasi

ditumpuk pada suatu tempat yang strategis sebelum dilakukan pengiriman. Monitoring secara periodik perlu dilakukan sebagai kontrol dalam manajemen *stockpile*. Salah satu hal terpenting pada manajemen *stockpile* yaitu monitoring volume. Pengukuran volume menuntut tingkat ketelitian tertinggi sehingga cadangan dan produksi dapat diperkirakan untuk memenuhi nilai ekonomisnya.

2.2.1 Pola Penumpukan

Sistem penumpukan memiliki dua metode yaitu metode penumpukan terbuka (*open stockpile*) dan metode penumpukan tertutup (*coverage storage*). Penumpukan yang umum dilakukan di dalam kegiatan pertambangan adalah dengan metode penimbunan terbuka (*open stockpile*). *Open stockpile* atau *stockpile* adalah penumpukan material di atas permukaan tanah secara terbuka dengan ukuran sesuai tujuan dan proses yang digunakan. Pola penumpukan antara lain sebagai berikut :

1. *Cone ply* merupakan pola dengan bentuk kerucut pada salah satu ujungnya sampai tercapai ketinggian yang dikehendaki dan dilanjutkan menurut panjang *stockpile*. Pola ini menggunakan alat curah, seperti *stacker reclaimer*.



(Sumber: Sanwani, 1998)

Gambar 2.1. Pola Penumpukan *Cone Ply*

2. *Chevron* merupakan pola dengan menempatkan tumpukan satu baris material, sepanjang *stockpile* dan tumpukan dengan cara bolak balik hingga mencapai ketinggian yang diinginkan. Pola ini baik untuk alat curah seperti *belt conveyor* atau *stacker reclaimer*.



(Sumber: Sanwani, 1998)

Gambar 2.2. Pola Penumpukan Chevron

3. *Chevcon* merupakan pola penumpukan dengan kombinasi antara pola penumpukan *chevron* dan pola penumpukan *cone ply*.



(Sumber: Sanwani, 1998)

Gambar 2.3. Pola Penumpukan Chevcon

4. *Windrow* merupakan pola dengan tumpukan dalam baris sejajar sepanjang lebar *stockpile* dan diteruskan sampai ketinggian yang dikehendaki tercapai. Umumnya alat yang digunakan adalah *backhoe*, *bulldozer*, dan *loader*.



(Sumber: Sanwani, 1998)

Gambar 2.4. Pola penumpukan *windrow*

2.2.2 Tonase Batubara

Berdasarkan spesifikasi ASTM yang berkaitan dengan perbandingan tonase batubara yang terdapat pada dokumen D6542 mengenai “Standard Practice For Tonnage Calculation of Coal in a Stockpile”. Nilai tonase batubara dari hasil kegiatan survei dibandingkan dengan catatan pembukuan perusahaan dengan standar kesalahan yang disepakati. Dengan cara mengkalikan nilai densitas dan nilai volume, kemudian dinyatakan dalam bentuk persen.

$$C = \sqrt{D^2 + A^2}$$

Keterangan :

C = Toleransi Perhitungan Tonase (%)

D = Toleransi Bulk Density 2,68% (dalam dokumen D6347)

A = Toleransi Volumetric Survey 0,74% (dalam dokumen D6172)

Nilai C diperoleh dengan memasukkan besaran toleransi bulk density dan toleransi volumetric survey ke dalam persamaan maka hasilnya adalah 2,78%.

Tonase survei fotogrametri didapatkan dengan menggunakan rumus ASTM, 2002:

$$T = \frac{D \cdot V}{t}$$

Keterangan :

T = Total tonase stockpile

D = Densitas [kg/m³]

V = Total volume stockpile [m³]

t = 1000 kg/Mg (metric ton)

Sedangkan perbandingan tonase survei fotogrametri dengan tonase timbangan pada *stockpile* dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Persentase Perbedaan (\%)} = \frac{(\text{Tonase Survei} - \text{Tonase Timbangan})}{\text{Tonase Timbangan}} \times 100\%$$

2.3 Fotogrametri

Fotogrametri atau aerial surveying merupakan teknik pemetaan menggunakan wahana foto udara. Hasil pemetaan secara fotogrametrik berupa peta foto dan tidak dapat dijadikan dasar atau lampiran penerbitan peta. Pemetaan secara fotogrametrik tidak dapat lepas dari referensi pengukuran secara terestris, mulai dari penetapan ground controls (titik dasar kontrol) hingga kepada pengukuran batas tanah. Batas-batas tanah yang diidentifikasi pada peta foto harus diukur di lapangan secara terestris. (Van Hoeve, 1982 dalam Wikipedia 2016 rujukan Hassan Shadily. Ensiklopedia

Indonesia, Jilid 7. Ichtiar Baru. hlm. 1030) Fotogrametri adalah suatu metode atau cara untuk mengkonstruksikan bentuk, ukuran dan posisi pada suatu benda yang berdasarkan pemotretan tunggal maupun stereoskopik.

Lain Van Hoeve, lain pula Wolf bercerita. Pada tahun 1993 di bukunya tertulis bahwa Fotogrametri adalah seni, ilmu dan teknologi untuk memperoleh informasi terpercaya tentang objek fisik dan lingkungan melalui proses perekaman, pengukuran, dan interpretasi gambaran fotografik, dan pola radiasi tenaga elektromagnetik yang terekam.

2.4 Unmanned Aerial Vehicle (UAV)

Unmanned Aerial Vehicle atau disingkat *UAV* atau sering disebut sebagai drone adalah sebuah mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh oleh pilot atau mampu mengendalikan dirinya sendiri, menggunakan hukum aerodinamika untuk mengangkat dirinya (Wikipedia, 2016).

Pada saat ini *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* telah berkembang dengan sangat pesat dan digunakan dalam berbagai aplikasi. Berikut ini merupakan beberapa contoh aplikasi dari *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* :

1. Melakukan penginderaan jarak jauh, seperti memantau jaringan listrik, melakukan pemetaan suatu daerah, melihat keadaan geologi suatu daerah, dan memantau lahan pertanian.

2. Melakukan respons terhadap bencana yang terjadi, seperti melakukan pemantauan kerusakan akibat bencana banjir dan melakukan pemantauan kebakaran hutan.
3. Melakukan pengawasan hukum, seperti patroli keamanan suatu lokasi, pemantauan keadaan lalu lintas, patroli keadaan pesisir, kelautan, dan perbatasan.
4. Melakukan pencarian dan penyelamatan pada daerah yang sulit dijangkau.
5. Melakukan perjalanan transportasi, seperti membawa kargo kecil, kargo besar hingga mengangkut penumpang.
6. Menjadi alat penghubung komunikasi permanen ataupun sementara dan juga untuk menyalurkan siaran seperti siaran televisi dan radio.
7. Membawa dan mengirimkan suatu muatan, seperti membawa air untuk memadamkan kebakaran atau membawakan zat kimia untuk merawat tanaman.
8. Melakukan pengambilan gambar untuk keperluan perfilman dan juga hiburan.

2.4.1 Beberapa tipe / jenis UAV

Drone yang biasa disingkat UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) adalah sebuah wahana tanpa awak yang dikendalikan dari jarak jauh. Drone bisa dibagi menjadi dua jenis berdasarkan bentuknya, yaitu *Fixed Wing* dan *Rotary Wings Drone*.

A. Drone Fixed Wing

Drone jenis *Fixed Wing* ini menggunakan sayap untuk terbang, drone jenis *Fixed Wing* ini sendiri memiliki beberapa bentuk dan ukuran, bergantung pada kegunaannya masing masing. Drone jenis *Fixed Wing* ini bisa ditenagai Baterai dan bisa juga menggunakan Bahan Bakar.



(Sumber : P, Liu, 2018)

Gambar 2.5 Bentuk dan Ukuran Jenis Drone *Fixed Wing*

B. *Rotary Wing Drone*

Rotary Wing Drone adalah drone yang menggunakan baling – baling (*Propellers*) nya untuk terbang, drone jenis ini biasa dikenal dengan nama *Multicopter* atau *Multirotor*. Untuk penamaannya disesuaikan dengan banyaknya motor atau baling – baling. Drone jenis ini biasanya ditenagai baterai.

1. Satu Baling – baling (*Single Copter*)

Model ini mengadopsi model *Helicopter*, *copter* yang hanya memiliki 1 baling – baling.



(Sumber : P, Liu, 2018)

Gambar 2.6 Helicopter

2. Dua Baling – baling (*Double Copter*)

Double – copter memiliki 2 baling baling, biasanya baling – balingnya di pasang di kedua sisi pesawat.



(Sumber : P, Liu, 2018)

Gambar 2.7 Double Copter

3. Tiga Baling – baling (*Thirdcopter*)

Dengan 3 baling – baling lebih stabil dibandingkan dengan *Double Copter* dan *Single-Copter*.



(Sumber : P, Liu, 2018)

Gambar 2.8 Model *Tri-Copter*

4. Empat Baling – baling (*Quadcopter*)

Drone jenis ini adalah jenis yang paling banyak dipasarkan, dan paling banyak digunakan saat ini, harganya juga bervariasi.



(Sumber : P, Liu, 2018)

Gambar 2.9 Drone *Quadcopter*

5. Enam Baling – baling (*Hexacopter*)

Hexacopter pada dasarnya sama dengan *Quad copter*, namun bedanya, *hexacopter* memiliki 6 baling – baling, memang secara logika semakin banyak baling – baling, akan semakin stabil.



(Sumber : P, Liu, 2018)

Gambar 2.10 *Hexacopter*

6. Delapan Baling – baling (*Octocopter*)

Octocopter memiliki 8 baling – baling, untuk pengendaliannya memang lebih gampang, namun jenis ini sangat boros baterainya, karena harus menghidupi 8 motor.



(Sumber : P, Liu, 2018)

Gambar 2.11 *Octocopter*

2.4.2 DJI Phantom 3s

Dji Phantom 3s adalah sebuah drone *quadcopter* dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Kualitas Kamera

Kamera dengan 12 megapixel digunakan pada DJI Phantom 3 Standard yang dapat memberi hasil foto setara profesional. Foto yang dihasilkan dapat diformat sesuai dengan keinginan yaitu format DNG atau format JPEG.

2. Kualitas Video

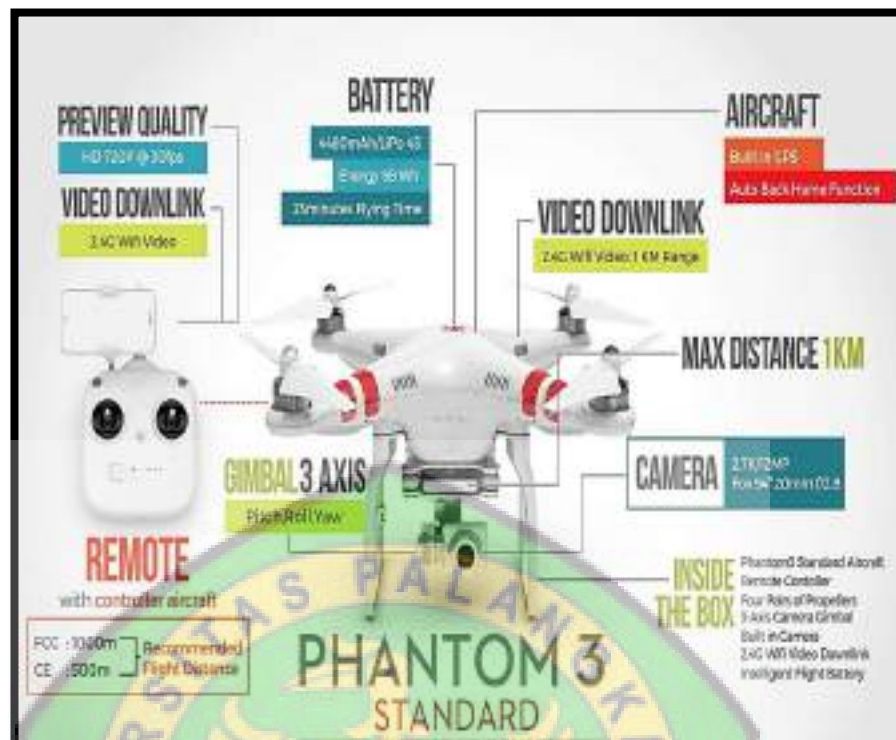
Hasil video yang direkam beresolusi 2704 x 1520 pixel, kecepatan 30 fps dan memberikan sudut pandang dengan lebar 94°.

3. Kestabilan Kamera

Untuk memberikan hasil rekaman foto dan video yang terbaik maka DJI Phantom 3 Standard memberikan perangkat untuk kestabilan kamera. Perangkat gimbal 3-axis memberikan kestabilan pada kamera DJI Phantom 3 Standard yang telah menjadi andalan dari produk-produk DJI.

4. Pengontrolan

Sistem pengontrolan pada Phantom 3 Standard berupa tombol untuk mulai, berhenti atau pengambilan snapshot. Untuk sistem pengontrolan agar dapat disambungkan pada android dan IOS menggunakan aplikasi GO DJI. Aplikasi GO ini juga dapat mengubah kecepatan dan pencahayaan. Jika Anda ingin melakukan pemotretan secara terus-menerus atau pengambilan gambar dengan selang waktu dapat sangat terbantu dengan penggunaan aplikasi GO DJI ini.



(Sumber : Camera.co.id, 2016)

Gambar 2.12. Spesifikasi Phantom 3s

2.5 Fotogrametri Jarak Dekat

Fotogrametri jarak dekat adalah teknologi fotogrametri untuk memperoleh informasi terpercaya tentang obyek fisik dan lingkungan melalui proses perekaman, pengukuran, dan interpretasi gambaran fotografik dan pola radiasi tenaga elektromagnetik yang terekam dengan kamera yang terletak di permukaan bumi (teristris). Istilah fotogrametri jarak dekat diperkenalkan sebagai suatu teknik fotogrametri dengan jarak antara kamera dengan obyek kurang dari 100 m (Atkinson, 1996). Dalam bidang geodesi, metode fotogrametri jarak dekat ini banyak dimanfaatkan karena dapat memberikan informasi jarak, luas, volume. Dari hasil pengukuran dengan metode

fotogrametri jarak dekat dapat diperoleh model tiga dimensi dalam sistem foto.

2.5.1 Skenario Pengambilan Foto

Posisi suatu objek dapat diketahui apabila suatu objek direkam minimal dalam dua buah foto (bertampalan), dengan demikian suatu objek dapat diketahui posisinya relatif terhadap stasiun pengambilan foto. Untuk mendapatkan foto objek yang saling bertampalan maka posisi kamera selalu berpindah. Beberapa skenario yang dapat diterapkan dalam perekaman objek ditampilkan dalam gambar 2.9



(Sumber : Dendy Syahrir Pradana, 2016 : I.2)

Gambar 2.13. Skenario perekaman objek dengan foto teristris (Agisoft, 2014).

2.5.2 Sumber Kesalahan Foto Udara

Ketika pemotretan udara sedang berlangsung, foto udara yang dipotret tidak lepas dari kesalahan - kesalahan. Kesalahan yang terjadi oleh adanya pergerakan orientasi sensor seperti yang dijelaskan oleh Wolf, P. R. (1983) :

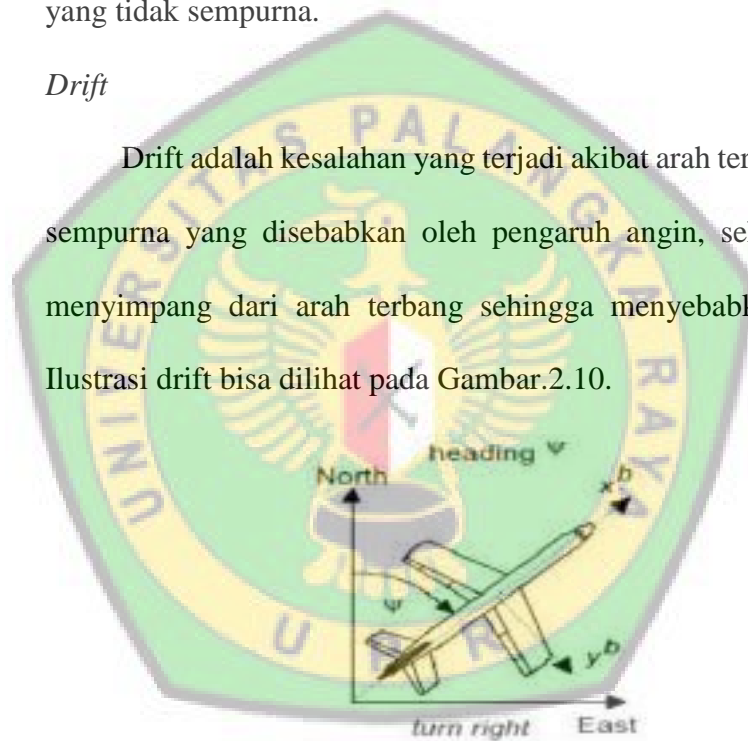
1. *Crab*

Crab adalah kesalahan yang terjadi akibat pemasangan kamera yang tidak sempurna.

2. *Drift*

Drift adalah kesalahan yang terjadi akibat arah terbang yang tidak sempurna yang disebabkan oleh pengaruh angin, sehingga pesawat menyimpang dari arah terbang sehingga menyebabkan sudut yaw.

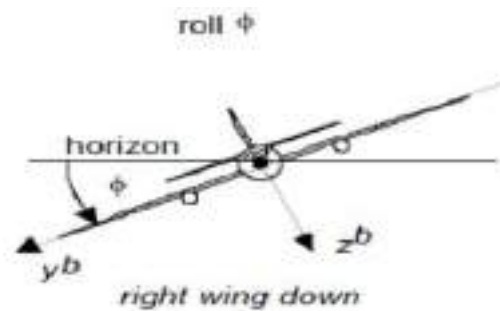
Ilustrasi drift bisa dilihat pada Gambar.2.10.



Gambar 2.14. Ilustrasi kesalahan drift (Bäumker, M. dan Heimes F. J., 2001)

3. *Tilt*

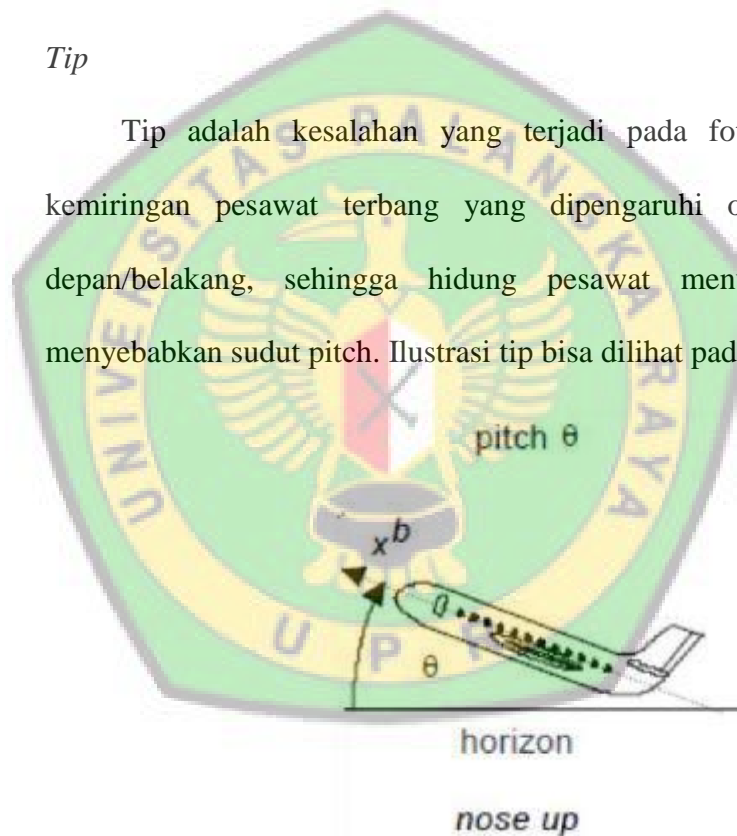
Tilt adalah kesalahan yang terjadi akibat kemiringan pesawat terbang yang dipengaruhi oleh angin dari samping, sehingga badan pesawat condong miring ke kanan atau ke kiri sehingga menyebabkan sudut roll. Ilustrasi tilt bisa dilihat pada Gambar 2.11



Gambar 2.15. Ilustrasi kesalahan tilt (Bäumker, M. dan Heimes F. J., 2001)

4. *Tip*

Tip adalah kesalahan yang terjadi pada foto udara akibat kemiringan pesawat terbang yang dipengaruhi oleh angin dari depan/belakang, sehingga hidung pesawat menukik sehingga menyebabkan sudut pitch. Ilustrasi tip bisa dilihat pada Gambar. 2.12.



Gambar 2.16. Ilustrasi kesalahan tip (Bäumker, M. dan Heimes F. J., 2001)

Untuk mengetahui nilai kesalahan yang disebabkan oleh pergerakan orientasi sensor tersebut dan apabila koordinat titik pusat sensor diketahui, maka dideskripsikan dengan 6 parameter Exterior

Orientation (EO), yaitu X, Y, Z, Omega, Phi, Kappa, atau setara dengan X, Y, Z, Roll, Pitch, Yaw. Sehingga EO dapat didefinisikan sebagai posisi dan orientasi sensor pada saat perekaman foto. Selain kesalahan yang disebabkan oleh pergerakan orientasi sensor, terdapat kesalahan sistematis dari dalam sensor itu sendiri. Kesalahan sistematis dari sensor itu sendiri dinamakan orientasi dalam atau biasa disebut Interior Orientation (IO). Wolf, P. R. (1983) menjelaskan bahwa unsur IO ini meliputi :

1. Panjang fokus.
2. Lokasi titik utama, koordinat titik utama dinyatakan dengan c_x , c_y .
3. Distorsi radial, distorsi posisi gambar di sepanjang garis radial dari titik utama.
4. Distorsi tangensial, distorsi posisi gambar dengan arah tegak lurus terhadap garis radial dari titik utama.
5. Faktor skala.
6. Ketidaksimetrisan sensor.

2.6 Total Station

Total station adalah instrumen optis/elektronik yang digunakan dalam pemetaan dan konstruksi bangunan. Total station merupakan teodolit terintegrasi dengan komponen pengukur jarak elektronik (*electronic distance*

meter (EDM) untuk membaca jarak dan kemiringan dari instrumen ke titik tertentu.

2.7 Ground Control Point

Ground Control Point (GCP) atau titik kontrol tanah merupakan objek di permukaan bumi yang dapat diidentifikasi dan memiliki informasi spasial sesuai dengan sistem referensi pemetaan. Informasi spasial dalam bentuk koordinat X, Y, Z atau Lintang Bujur dan ketinggian dari setiap *GCP* diukur dengan menggunakan GPS geodetik berketelitian sub-meter. Keperluan *GCP* yang paling utama adalah proses georeferensi hasil pengolahan foto sehingga memiliki sistem referensi sesuai dengan yang dibutuhkan pada hasil pemetaan. *GCP* ini juga digunakan pada saat data processing untuk membantu proses koreksi geometri pada *mosaic orthophoto*, sehingga akurasi dari peta yang dihasilkan akan tinggi. Secara khusus *GCP* berfungsi pula sebagai:

1. Faktor penentu ketelitian geometris hasil olah foto (*ortofoto, DSM, DTM*), semakin teliti *GCP* maka semakin baik pula ketelitian geometris output.
2. Faktor yang mempermudah proses orientasi relatif antar foto sehingga keberadaan *GCP* bisa meningkatkan akurasi geometrik dari peta foto.
3. Faktor koreksi hasil olah foto yang berupa ball effect atau kesalahan yang mengakibatkan model 3D akan berbentuk cembung ditengah area yang diukur.

4. Faktor yang mempermudah dalam proses penyatuan hasil olah data yang terpisah, misal olah data area A dan area B dengan lebih cepat dan efektif, daripada proses penyatuan berdasar seluruh pointcloud (jumlahnya jutaan) yang akan memakan banyak waktu.

Pada dasarnya, penggunaan *GCP* bersifat opsional. *GCP* membantu meningkatkan akurasi peta yang dihasilkan (hingga ± 10 cm), sehingga konsekuensi tidak digunakannya *GCP* hanyalah akurasi peta yang dihasilkan menjadi rendah (antara $\pm 6 - 12$ m). Penggunaan *GCP* pun diatur sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu jarak antar *GCP* maksimal 2,5 kilometer. Dengan menggunakan *GCP*, peta topografi yang dihasilkan dapat memiliki akurasi Z yang tinggi, sehingga kondisi geografis pada daerah dapat dianalisis dengan tingkat kepercayaan (confidence level) yang tinggi.

Setiap *GCP* harus memiliki premark atau tanda agar dapat terlihat pada foto udara. Premark dapat berupa lingkaran atau tanda silang (+) yang memiliki 4 sayap dan memotong titik kontrol. Ukuran premark sebenarnya di lapangan menyesuaikan nilai resolusi tanah pemotretan udara atau sekitar 100 x 40 cm (seperti pada Gambar 2.10). Kain tersebut dipasang sesuai arah mata angin.



(Sumber : *aerogeosurvey.com*, 2016)

Gambar 2.17. Tampak GCP Dari Udara

Koordinat titik-titik kontrol akan diukur menggunakan Total Station. Seluruh GCP diikatkan pada satu Benchmark milik Badan Informasi Geospasial (BIG) yang terletak di sekitar area, sebagai base lokal. Dengan menggunakan metode ini, peta yang dihasilkan akan sesuai dengan standar pemetaan, serta memiliki referensi koordinat global.



(Sumber : *aerogeosurvey.com*, 2016)

Gambar 2.18. Tampak GCP dari Dekat

2.8 Fix4D Capture

Pix4D capture adalah aplikasi untuk mobile. Support untuk iOS maupun Android. Sangat kompatible berjalan pada iPhone. Pada android seringkali error. Jika diinstal pada Android, maka anda harus menginstal pula CTRL+DJI. Pix4Dcapture ini digunakan untuk membuat misi penerbangan drone untuk pemetaan

Jenis – jenis misi yang bisa di pilih adalah sebagai berikut ;

1. Polygon
2. Grid Mission
3. Double Grid Mission
4. Circular Mission
5. Freeflight.



(Sumber : Fix4d, 2019)

Gambar 2.19. Halaman Utama Fix4D Captured

2.9 Agisoft Fotoscan

Agisoft Photoscan adalah software 3D modelling menggunakan citra / foto yang direkam secara stereo/multi sudut, sehingga dari paralaks antar foto

yang dihasilkan dapat disusun sebuah model tiga dimensi dari foto. Agisoft dapat digunakan untuk mengolah foto udara yang direkam menggunakan UAV/Drone, sehingga dari hasil perekamannya dapat dihasilkan mosaik orthofoto, titik tinggi (elevation point clouds) dan DEM resolusi tinggi serta dapat ditampilkan secara tiga dimensi. Agisoft Photoscan tergolong lengkap dan mampu mengakomodir kebutuhan pengolahan data drone, selain kemampuannya dalam melakukan mosiakin foto, Agisoft Photoscan juga mampu menghasilkan gambar yang memiliki Geographic Reference.



(Sumber : P, Liu, 2016)

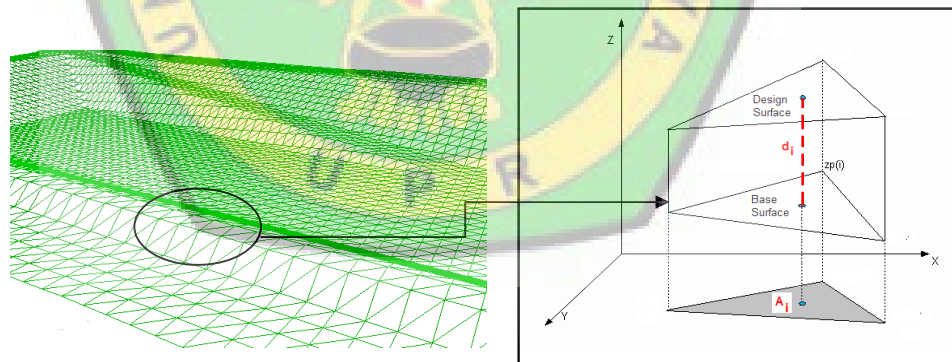
Gambar 2.20. Tampilan Kerja Agisoft Photoscan

2.10 Metode Perhitungan Volume

Volume batubara pada dasarnya dapat dihitung menggunakan prinsip perhitungan volume dari bagian permukaan batubara yang dibatasi oleh penampang - penampang melintangnya. Perhitungan volume batubara dapat dilakukan dengan beberapa metode, antara lain metode garis kontur, metode irisan melintang (*cross section*) dan metode *cut and fill* .

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode *cut and fill*. Prinsip perhitungan volume batubara menggunakan metode *cut and fill* adalah menghitung luasan dua penampang serta jarak antara penampang atas dan penampang bawah tersebut. Dengan mengetahui data penampang atas dan penampang bawah, maka dapat dihitung luas masing – masing penampang. Volume dihitung dari DEM yang dibentuk dari jaring – jaring segitiga (TIN). Jaring segitiga inilah yang akan membentuk suatu geometri prisma dari dua *surface*. *Surface* dibedakan menjadi dua yaitu *design surface* dan *base surface*. *Design surface* merupakan *surface* yang akan dihitung volumenya sedangkan *base surface* merupakan *surface* yang dijadikan sebagai alas.

Visualisasi perhitungan volume pada satu sample jaring segitiga dapat dilihat pada gambar 2.14



Gambar 2.21. Visualisasi perhitungan volume dengan *metode cut and fill* (Geodis-Ale, 2012 dalam Permana, Widastama Angga 2014)

Menunjukkan volume total dari suatu area dihitung dari penjumlahan volume semua prisma. Volume prisma dihitung dengan mengalikan permukaan proyeksi (A_i) dengan jarak antara pusat massa dari dua segitiga yaitu desain

surface dan *base surface* (d_i). Rumus perhitungan volume dengan prism method dapat dilihat pada rumus :

$$V_i = A_i \cdot d_i$$

Keterangan :

V_i : Volume prisma

A_i : Luas bidang permukaan proyeksi

d_i : jarak antara pusat massa dua segitiga *surface* desain dan base desain



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Gambaran Umum Daerah Penelitian

3.1.1. Profil Perusahaan

CV. Bunda Kandung adalah Perusahaan yang bergerak di sektor Pertambangan Batubara yang mendapat Ijin Usaha Pertambangan (IUP) Operasi Produksi dari Pemerintah Daerah Kabupaten Barito Utara pada tanggal 1 Februari 2010 dengan No. 188.45/47/2010 yang berlokasi di Kecamatan Teweh Tengah dan Kecamatan Montallat, Kabupaten Barito Utara, Kalimantan Tengah, berkomitmen untuk menjadi Perusahaan terbaik dan menjadi pemasok Batubara yang berkualitas, tepat waktu dan terpercaya.

CV Bunda Kandung merupakan salah satu Perusahaan tambang Batubara dengan potensi cadangan dan kemampuan produksi yang cukup besar serta pengiriman Batubara yang berkualitas baik dan tepat waktu yang merupakan komitmen Perusahaan kepada seluruh pelanggan.

Berdasarkan kepada Surat Keputusan Bupati Barito Utara No. 188.45/47/2010 tanggal 1 Februari 2010, tentang Persetujuan Peningkatan Ijin Usaha Pertambangan Eksplorasi Menjadi Ijin Usaha Pertambangan Operasi Produksi dengan luasan area 3.930 ha yang telah mendapatkan pengesahan untuk luasan area konsesi melalui proses verifikasi Clear and Clean dengan Sertifikat No. 339/Bb/03/2014 pada tanggal 3 Oktober 2014 oleh Direktur Jenderal Mineral dan Batubara.

3.1.2. Lokasi Kesampaian Daerah

Secara administratif daerah penelitian terletak di Desa Paring Lahung, Kecamatan Montallat, Kabupaten Barito Utara, Propinsi Kalimantan Tengah. Wilayah tersebut secara geografis berada pada koordinat seperti Tabel 3.1. dibawah ini :

Tabel 3.1. Koordinat Geografis Batas IUP CV. BK Seluas 3.930 Ha

No	Garis Bujur			Garis Lintang		
	°	'	''	°	'	''
1	114	45	30.65	01	08	02.87
2	114	45	30.65	01	09	28.19
3	114	41	57.10	01	09	28.19
4	114	41	57.10	01	09	23.09
5	114	39	29.98	01	09	23.09
6	114	39	29.98	01	09	28.19
7	114	38	30.74	01	09	28.19
8	114	38	30.74	01	09	17.32
9	114	38	06.85	01	09	17.32
10	114	38	06.85	01	09	06.88
11	114	37	45.79	01	09	06.88
12	114	37	45.79	01	08	53.31
13	114	37	21.77	01	08	53.31
14	114	37	21.77	01	08	39.44
15	114	36	55.72	01	08	39.44
16	114	36	55.72	01	08	26.93
17	114	36	34.41	01	08	26.93
18	114	36	34.41	01	08	15.42
19	114	36	14.45	01	08	15.42
20	114	36	14.45	01	08	06.97
21	114	35	55.50	01	08	06.97
22	114	35	55.50	01	08	02.87

(Sumber : CV Bunda Kandung, 2018)

Untuk mencapai lokasi penelitian dapat ditempuh dengan 2 alternatif yaitu :

1. Dari Palangka Raya menuju Muara Teweh dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan roda empat (mobil) dengan waktu tempuh \pm 8 jam perjalanan, selanjutnya dari Muara Teweh menuju ke lokasi

penelitian yaitu CV. Bunda Kandung Desa Paring Lahung Kecamatan Montallat dengan jarak tempuh ± 120 km dengan waktu tempuh sekitar 2 jam perjalanan dengan menggunakan kendaraan roda empat (mobil).

2. Dari Palangka Raya menuju Desa Buhut dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan roda empat (mobil) maupun kendaraan roda empat (mobil) dengan waktu tempuh ± 7 jam perjalanan, selanjutnya dari Desa Buhut menuju ke lokasi penelitian yaitu CV. Bunda Kandung Desa Paring Lahung Kecamatan Montallat yang melalui jalan hauling yang beroperasi selama 24 jam sehingga waktu tempuh perjalanan menuju desa lokasi penelitian tersebut memakan waktu ± 3 jam perjalanan dengan jarak tempuh hanya sejauh 50 km (Lihat lampiran A).

3.2. Kondisi Geologi

3.2.1. Kondisi geologi regional

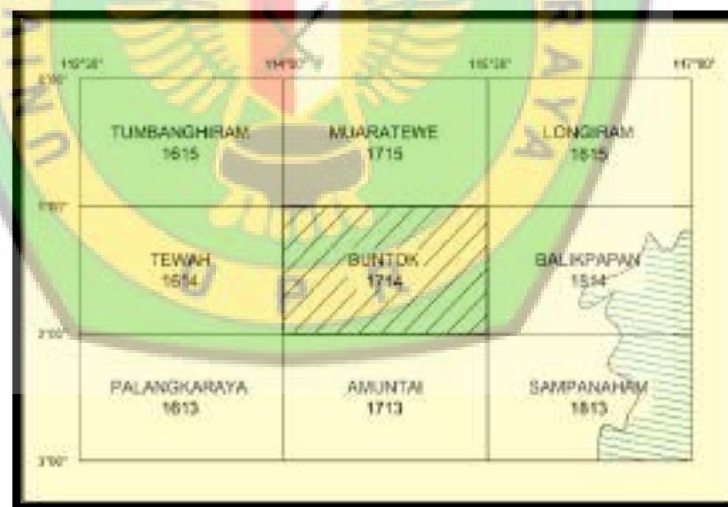
A. Fisiografi Geologi Regional Lembar Buntok

Menurut Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P₃G), Bandung 1994, daerah penelitian menempati Cekungan Barito bagian utara, yang mana Cekungan Barito merupakan salah satu Cekungan Tersier yang terletak di wilayah Kalimantan bagian selatan dan tengah yang berarah Timur Laut-Barat -Daya. Secara umum struktur geologi pada batuan Tersier di Lembar Buntok, Kalimantan Tengah berarah Timur Laut-Barat Daya. Struktur utama yang berkembang adalah Timur Laut-Barat Daya dan Struktur geologi lain yang berkembang pada daerah ini diantaranya struktur

lipatan yang tidak kuat dan kelurusan-kelurusan yang memotong struktur utama. Struktur lipatan dan struktur yang memotong arah struktur utama diperkirakan berkembang dari adanya deformasi kedua, yang terjadi setelah batuan Tersier terlipat dan termampatkan. Fisiografi Cekungan Barito bagian utara dibatasi oleh *Kucing High* dan *Patermoster Cross High*, bagian timur dibatasi oleh *Meratus High*, sebelah selatan berhubungan dengan Cekungan Laut Jawa, dan sebelah barat dibatasi oleh Paparan Sunda.

B. Stratigrafi Regional Lembar Buntok

Secara regional, daerah penelitian termasuk kedalam Peta Geologi Lembar Buntok dengan nomor lembar peta 1714 dengan batas-batas sebagai berikut :



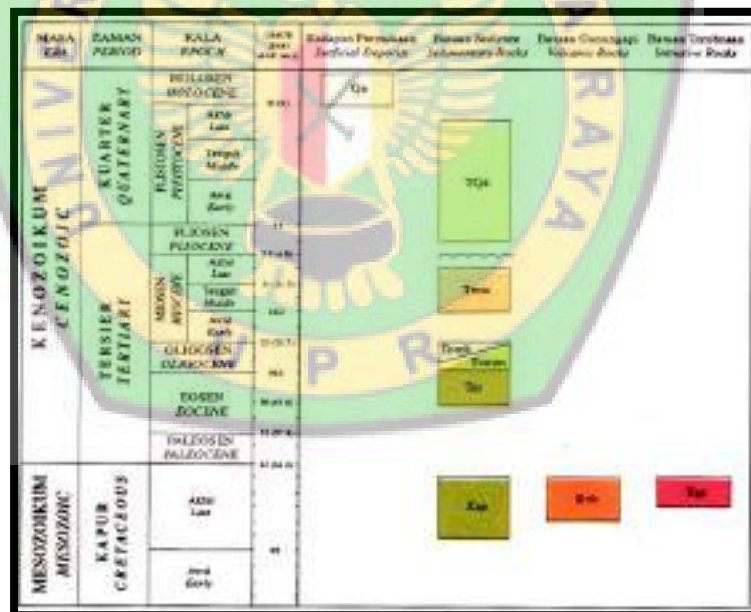
(Sumber: Peta Geologi Lembar Buntok, Kalimantan, Tahun 1994)

Gambar 3.1. Batas-batas Lembar Buntok

- 1) Sebelah Utara berbatasan dengan Lembar Muara Teweh.
- 2) Sebelah Timur Laut berbatasan dengan Lembar Longiram.
- 3) Sebelah Timur berbatasan dengan Lembar Balikpapan.

- 4) Sebelah Tenggara berbatasan dengan Lembar Sampanahan.
- 5) Sebelah Selatan berbatasan dengan Lembar Amuntai.
- 6) Sebelah Barat Laut berbatasan dengan Lembar Palangkaraya.
- 7) Sebelah Barat berbatasan dengan Lembar Tewah.
- 8) Sebelah Barat Daya berbatasan dengan Lembar Tumbangharam.

Berdasarkan Peta Geologi Regional yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G), Direktorat Jendral dan Sumberdaya Mineral, Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral, pada lembar Buntok, Kalimantan Tengah, 1995, urutan stratigrafi dari batuan yang berumur tua sampai yang muda adalah sebagai berikut:



(Sumber: Peta Geologi Lembar Buntok, Kalimantan, Tahun (1994))

Gambar 3.2. Stratigrafi Lembar Buntok

1. Kvh (Batuan Gunungapi Kasale)

Basal piroksen, kelabu hijau, porfitik sampai pilotaksitik, sebagian besar berubah menjadi lempung, klorit dan kalsit, retas, sumbat. Dikorelasikan

dengan Batuan Gunungapi Haruyan berumur Kapur Akhir dan Kelompok Selangkai

2. Formasi Tanjung (Tet)

Bagian atas perselingan antara batupasir kuarsa bermika, batu lanau, batugamping dan batubara. Bagian bawah perselingan antara batupasir, serpih, batulanau, dan konglomerat aneka bahan, sebagian bersifat gampingan. Mempunyai tebal sekitar 1300 meter serta tersebar di daerah perbukitan. Formasi Tanjung berumur Eosen (*Eocene*).

3. Formasi Montalat (Tomm):

Terdiri dari batupasir kuarsa putih berstruktur silang siur, sebagian gampingan, bersisipan batulanau / serpih dan batubara. Formasi ini menjemari dengan Formasi Berai dan selaras dengan formasi Tanjung. Jenis perlipatan mirip dengan Formasi tanjung tetapi sedikit lebih terbuka. Terendapkan di laut dangkal terbuka dengan tebal mencapai 1400 meter serta tersebar menempati morfologi perbukitan. Formasi Montalat berumur Oligosen (*Oligocene*).

4. Formasi Berai (Tomb) :

Terdiri dari batugamping berlapis dengan batulempung, napal dan batubara, sebagian tersilikakan dan mengandung limolit. Formasi Berai terendapkan di laut dangkal dengan tebal mencapai 1250 meter serta menempati morfologi perbukitan kars yang terjal. Formasi Berai berumur Oligosen (*Oligocene*).

C. Struktur Geologi Regional Lembar Buntok

Untuk daerah perbukitan dibagian timur lembar buntok dijumpai beberapa unsur struktur pada batuan Mesozoikum antara lain; struktur terbreksikan, kelurusan yang berarah hamper utara – selatan, bongkah dan blok dll. Maka dapat disimpulkan bahwa batuan ini telah mengalami deformasi. Sedangkan pada batuan tersier menunjukkan struktur lipatan yang tidak ketat berarah hamper utara – selatan, maka diduga lipatan ini berkaitan erat dengan struktur batuan Mesozoikum. Adapun kelurusan yang memotong struktur utama diduga terbentuk pada deformasi kedua, dimana batuan Tersier telah terlipat dan termampatkan. Demikian pula hampir sejalan untuk struktur yang berkembang di peta bagian utara dan barat laut.

3.2.2. Kondisi Geologi Daerah Penelitian

A. Morfologi daerah Penelitian

Topografi dan morfologi daerah Kabupaten Barito Utara terdiri dari sebelah Selatan ke Timur merupakan dataran agak rendah sedangkan ke arah Utara dengan bentuk daerah lipatan, patahan yang dijajari oleh pegunungan *Muller/Schwaner*. Bagian wilayah dengan kelerengan 0-2% terletak dibagian selatan tepi sungai Barito yaitu kecamatan Montallat dan Teweh Tengah seluas 165 km² (29,2%). Bagian wilayah dengan kemiringan 2-15% tersebar di semua kecamatan seluas 4.785 km² (21,5%). Kemiringan 15-40% tersebar di semua kecamatan seluas 4.275 km² (51,5%) dan bagian wilayah dengan kemiringan di atas 40% seluas 2.075 km² (25%).

B. Stratigrafi Daerah Penelitian

Berdasarkan kerangka tektonik regional Kalimantan, daerah Provinsi Kalimantan Tengah termasuk dalam cekungan Barito yang terletak disisi tenggara lempeng mikro Sunda. Bagian Utara dipisahkan dengan cekungan Kutai oleh “*Paternoster Fault System*” dan “*Barito – Kutai Crose Heigh*”. Sebelah Timur dipisahkan dengan Cekungan Asam-Asam dan Cekungan Pasir oleh Pegunungan Meratus. Disebelah Selatan merupakan batas tidak tegas dengan Cekungan Jawa Timur dan disebelah Barat oleh tinggian Sunda.

Pembagian Stratigrafi Cekungan Barito dari tua ke muda adalah sebagai berikut :

- 1) Batuan Dasar Pra-Tersier, terdiri dari batuan metasedimen dan batuan beku.
- 2) Formasi Tanjung, bagian bawah didominasi oleh batuan pasir dan kongmerat dengan interkalasi batubara, bagian tengah selang-seling batu pasir, batu lanau dan batu lempung serta bagian atas terdiri dari batu lempung gampingan dengan interkalasi batu gamping dan batubara.
- 3) Formasi Montalat, terdiri dari batu pasir kwarsa, agak padat, sisipan batu lempung dan batubara.
- 4) Formasi Berai, bagian bawah terdiri dari selang-seling batu gamping dengan napal, bagian tengah-tengah berupa bagian batu gamping masif berupa kerangka dari suatu terumbu dan pada bagian bawah terdiri dari selang-seling batu gamping dengan batu lempung dan batubara.

- 5) Formasi Warukin, bagian bawah selang-seling antara batu pasir dengan batu lempung dan interkalasi gamping, bagian tengah selang-seling batu pasir, batu lempung dan batubara.
- 6) Formasi Dahor, terdiri dari batu pasir, batu lanau dengan interkalasi batu lempung dan batubara serta fragmen batuan yang lebih tua. Menurut Supriatna S. dkk. (1995) dan Sutrisno dkk (1994) stratigrafi batuan berumur Tersier Cekungan Barito bagian Utara secara berurutan dari tua ke muda adalah sebagai berikut.

Formasi Tanjung merupakan batuan Tersier paling tua dan sebagai formasi pembawa batubara. Struktur Geologi Daerah penelitian. Secara umum perlapisan batuan di Kab. Barito Selatan dan Barito Utara membentuk perlipatan yang berarah Barat daya-Timur laut sampai Selatan Utara. Di beberapa tempat perlipatan tersebut mengalami penunjaman dan pencuatan, bahkan ada yang tergeserkan akibat pengaruh sesar (Lihat lampiran B).

3.3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif. Dengan menggunakan metode kuantitatif peneliti mencoba sejauh mana aplikasi penggunaan fotogrametri dapat digunakan untuk analisis perhitungan volume batubara pada *stockpile*. peneliti menggunakan dua misi untuk memperoleh data lapangan, kemudian data tersebut diolah menjadi model 3D sehingga dari masing - masing model tersebut akan diperoleh estimasi volume *stockpile* batubara.

Dari hasil estimasi diatas kemudian dapat dibandingkan dengan hasil volume timbangan sehingga dapat diketahui sejauh mana metode fotogrametri dapat diaplikasikan dalam perhitungan *stockpile*.

Metode pengambilan data yang akan digunakan sebagai referensi penyusunan laporan tugas akhir antara lain :

1. *Observasi* (Pengamatan)

Dilaksanakan dengan melakukan analisa langsung di lapangan untuk mengetahui apakah objek penelitian sesuai dengan kondisi ideal untuk dilakukannya fotogrametri sehingga peneliti bisa merencanakan misi penerbangan untuk dilakukannya foto udara.

2. Analisa Statistik

Menganalisis data yang telah dikumpulkan dengan menggunakan rumus-rumus perhitungan untuk menghitung volume stockpile dan nantinya dapat dibandingkan menggunakan metode statistik untuk mengetahui perbandingan tonase dari kedua misi penerbangan yang telah dilakukan dengan tonase timbangan.

3. Metode Pustaka

Dilakukan dengan studi literatur yang terkait dengan Perhitungan Volume Stockpile Menggunakan Metode Fotogrametri Jarak Dekat (Close Range Photogrammetry)

3.4. Tata Laksana Penelitian

3.4.1. Langkah Kerja

Langkah kerja yang dilakukan dalam penelitian skripsi ini meliputi :

1. Tahap Persiapan
 - a. Mempelajari buku-buku literatur dan buku petunjuk maupun buku panduan yang tersedia dan berkaitan dengan penelitian yang diangkat.
 - b. Melakukan registrasi di CV. Bunda Kandung untuk kelengkapan data mahasiswa.
 - c. Mengikuti induksi yang merupakan tahap awal dalam penelitian di lapangan, peneliti akan diberikan pembekalan mengenai standar *safety* pada CV. Bunda Kandung.
2. Tahap Pengambilan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini mencakup data primer dan data sekunder. Pengambilan data primer dilakukan dengan cara penelitian langsung di lapangan, sedangkan data sekunder diperoleh dari data yang sudah ada pada perusahaan.

Adapun beberapa data primer yang dikumpulkan adalah:

- a. Data survey fotogrametri dari *grid mission* dan *circular mission*
- b. Data GCP dari pengambilan koordinat (x, y) beserta elevasi (z) menggunakan Total Station
- c. Model 3D dari tumpukan batubara menggunakan *grid mission* dan *circular mission*

- d. Hasil perhitungan volume batubara dari *grid mission* dan *circular mission*
- e. Dokumentasi kegiatan.

Adapun beberapa data sekunder yang dikumpulkan adalah:

- a. Profil perusahaan
- b. Peta geologi perusahaan
- c. Data Benchmark (BM)
- d. Data timbangan
- e. Data densitas batubara

3. Tahap pengolahan data

Tahap pengolahan data pada metode survey fotogrametri adalah dengan mengolah foto udara dengan dua jalur terbang yang di teliti yaitu *grid mission* dan *circular mission* menggunakan software Agisoft Photoscan sehingga didapatkan model 3D, *digital elevation model* dan *orthomosaic* dari *stockpile*. Tahap selanjutnya adalah menghitung volume *stockpile* dengan menggunakan software Global Mapper sehingga di dapatkan jumlah volume pada *stockpile* tersebut.

4. Tahap akhir

- a. Setelah melakukan pengamatan dan pengambilan data dilapangan, data yang telah diambil dihitung menggunakan metode *cut and fill* menggunakan *software global mapper*.
- b. Melakukan analisis perbandingan tonase survei fotogrametri pada masing – masing jalur terbang (*grid mission* dan *circular*

mission) terhadap tonase timbangan.

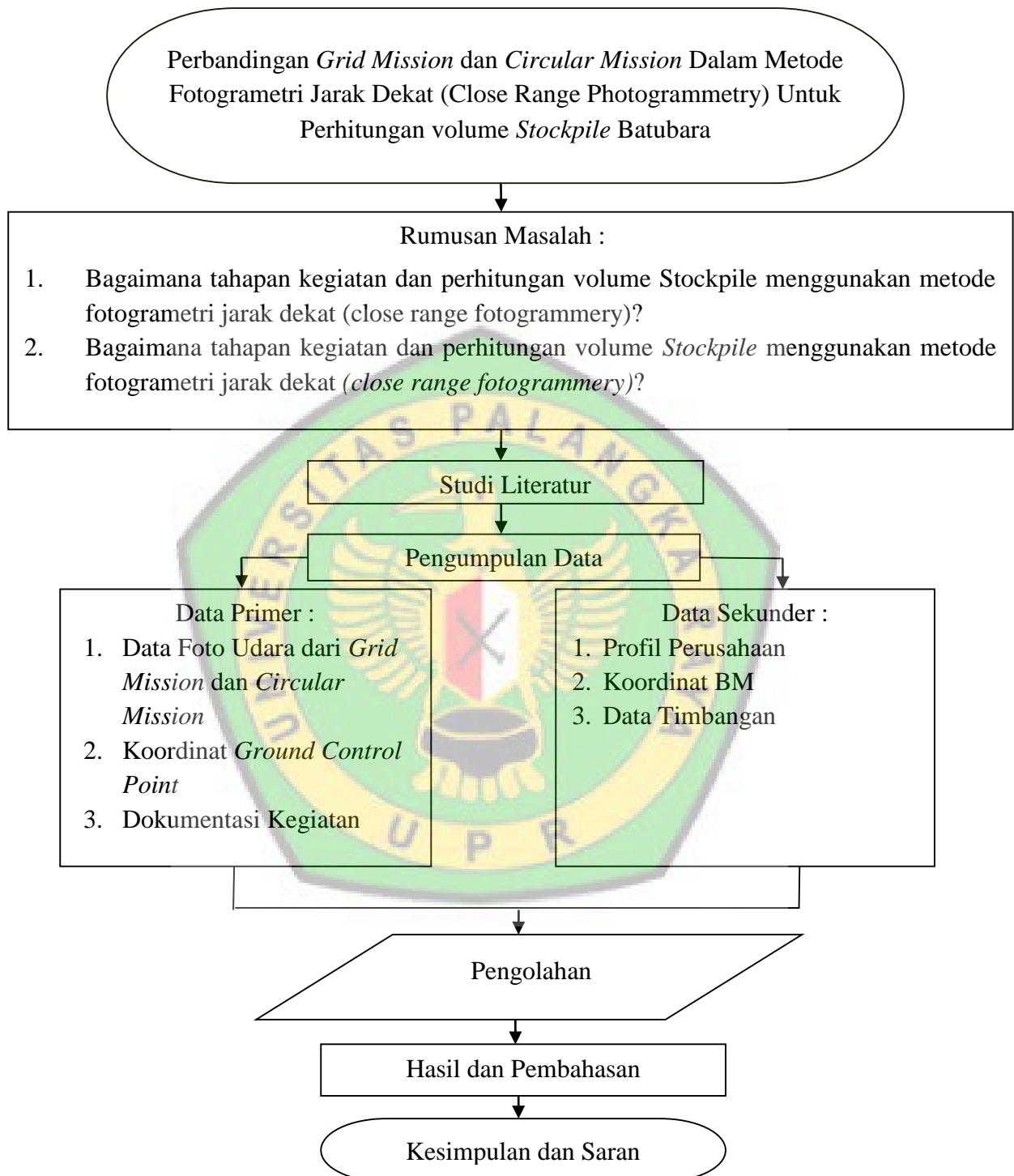
3.5. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam kegiatan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Alat tulis
2. Laptop
3. Kalkulator
4. Kamera
5. *Unmanned Aerial Vehicle (Drone)*
6. Total Station
7. *GPS Receiver*
8. *GCP Marker*



3.6. Diagram Alir



3.7. Waktu Penelitian

Pada pelaksanaan kegiatan penelitian tugas akhir ini, kegiatan berlangsung selama ± 85 hari (2 1/2 bulan) yang dimulai dari tanggal 20 November 2018 sampai dengan tanggal 14 Februari 2019 dengan rincian kegiatan seperti pada tabel dibawah ini.

Jenis Kegiatan	Agustus				September				Oktober				November				Desember	
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II
Proposal																		
Seminar																		
Studi Literatur																		
Observasi Lapangan																		
Pengambilan Data																		
Pengolahan dan Analisa																		
Penyusunan Laporan																		
Seminar Hasil																		
Sidang Akhir																		
Jenis Kegiatan	Desember		Januari				Februari				Maret				April			
	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Proposal																		
Seminar																		
Studi Literatur																		
Observasi Lapangan																		
Pengambilan Data																		
Pengolahan dan Analisa																		
Penyusunan Laporan																		
Seminar Hasil																		
Sidang Akhir																		

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Tahapan Kegiatan dan Perhitungan Volume *Stockpile* Menggunakan *Grid Mission* dan *Circular Mission* pada Fotogrametri Jarak Dekat

1. Tahapan Kegiatan



Gambar 4.1 Tahap Pengambilan Data

Tahapan kegiatan dibagi menjadi :

1. Tahap Pengambilan Data

a. Penentuan AOI (*Area Of Interest*)

AOI berada pada stockpile 01 BK (Bunda Kandung) dengan luas 90 x 90 m



Gambar 4.2. Stockpile BK-01 dengan pola tumpukan *Chevron*

b. Penentuan GCP (*Ground Control Point*)

GCP ditentukan dengan mengambil titik tertinggi dan terendah dari *stockpile* yang akan diukur.



Gambar 4.3. Penentuan GCP Menggunakan Total Station

Tabel 4.1. Hasil Pengukuran GCP (*Ground Control Point*)

No	<i>Easting</i>	<i>Northing</i>	<i>Altitude</i>
1	256345.433	9867170.090	30.57
2	256342.399	9867195.555	19.18

c. Pembuatan Misi Menggunakan *Fix4D Capture*

1. *Grid Mission*

Tabel 4.2. *Grid Mission Planning*

Sudut Kamera (°)	<i>Elevasi</i> (m)	Luas (m x m)	GSD (cm/px)	<i>Overlap</i> (%)	Durasi (Min)
90	25	90 x 90	1.09	80	7

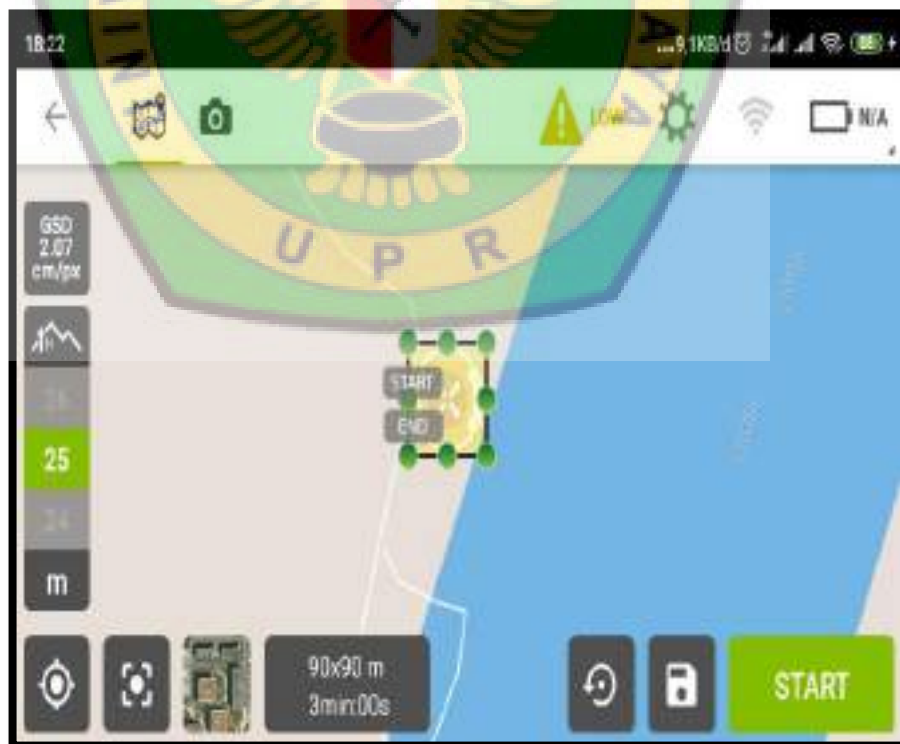
2. *Circular Mission*

Tabel 4.3. *Circular Mission Planning*

Sudut Kamera (°)	<i>Elevasi</i> (m)	Luas (m x m)	GSD (cm/px)	<i>Capture Angle</i> (°)	Durasi (Min)
45	25	90 x 90	2.07	10	3



Gambar 4.4. *Grid Mission*

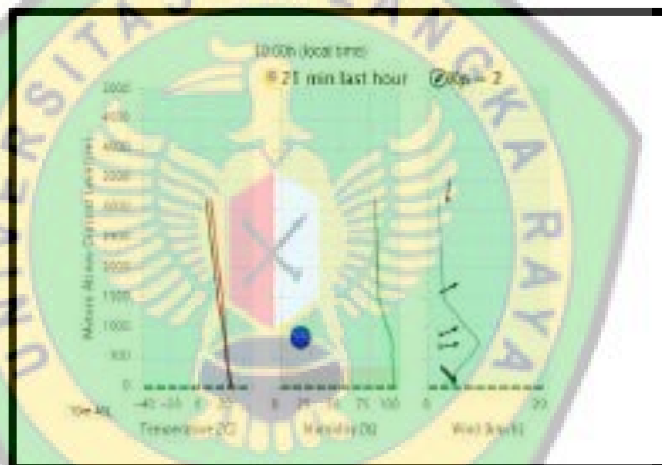


Gambar 4.5. *Circular Mission*

d. Penerbangan / *Flight*



Gambar 4.6. Persiapan Terbang / *Flight*



Gambar 4.7. Keadaan Cuaca

e. *Take off* dan *landing*



Gambar 4.8. Pasca Penerbangan / *Landing*

2. Pengolahan Data Menggunakan Agisoft Fotoscan



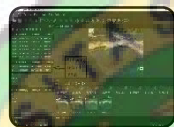
1. Membuat chunk



2. Add foto



3. Align foto



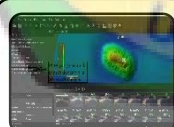
4. Input GCP



5. Dense Cloud



6. Build Mesh



7. Build DEM



8. Build Orthophoto



9. Import hasil DEM & Orthophoto

Gambar 4.9. Langkah Pengolahan Data Menggunakan Agisoft

2. Hasil Perhitungan Volume dan Tonase Survei Fotogrametri

1. *Grid Mission*

Hasil Volume dan Tonase Survei Fotogrametri *Stockpile* 01
CV. Bunda Kandung Bulan November 2018 Menggunakan *Grid Mission*.

Tabel 4.4. Volume dan Tonase Survei Fotogrametri Menggunakan *Grid Mission*

Kode <i>Stockpile</i>	Volume Survei (m ³)	Densitas (Kg/m ³)	Tonase Survei (Ton)
BK-01	7.182,570	1.25	8.978,212

2. *Circular Mission*

Hasil Volume dan Tonase Survei Fotogrametri *Stockpile* 01
CV. Bunda Kandung Bulan November 2018 Menggunakan *Circular Mission*.

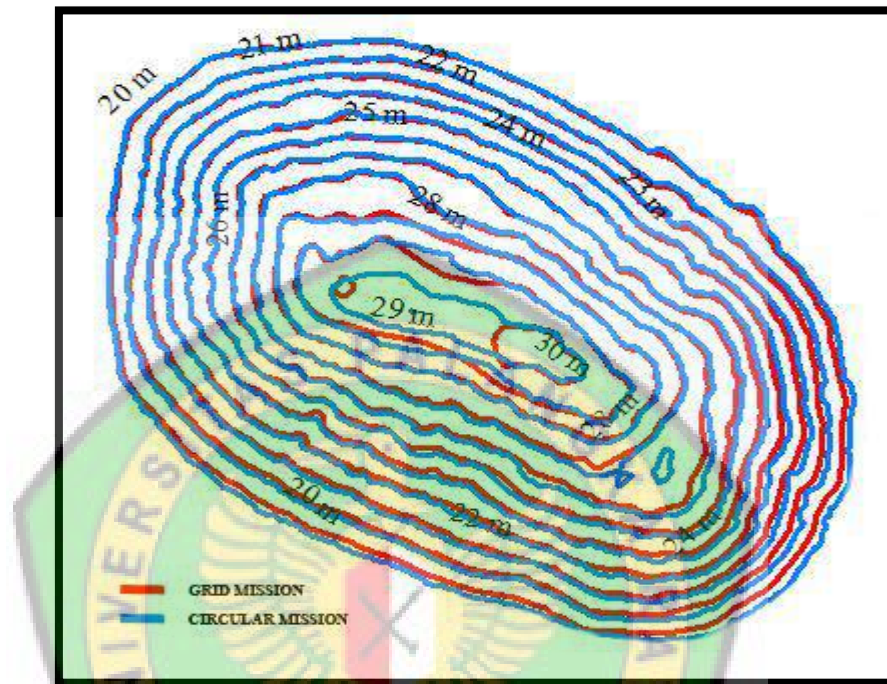
Tabel 4.5. Volume dan Tonase Survei Fotogrametri Menggunakan *Circular Mission*

Kode <i>Stockpile</i>	Volume Survei (m ³)	Densitas (Kg/m ³)	Tonase Survei (Ton)
BK-01	7.406,678	1.25	9.258,347

3. Tonase Timbangan

Data tonase hasil timbangan pada *stockpile* BK-01 pada bulan november 2018 sebesar 9.144,672 Ton.

4.1.2 Analisis Perbandingan Tonase Batubara menggunakan *Grid Mission* dan *Circular Mission* pada Fotogrametri Jarak Dekat (*Close Range Fotogrammetry*) dengan Tonase Timbangan



Gambar 4.10. Perbandingan Kontur antara *Grid Mission* dan *Circular Mission*

Setelah pengolahan data selesai dilakukan pada global mapper yang dapat dilihat pada lampiran C, didapatkan perbedaan volume pada kedua misi yang dapat dilihat pada tabel 4.4 dan 4.5, begitu juga pada kontur yang dihasilkan dari data DEM memiliki perbedaan yang dapat dilihat pada gambar 4.10 ditunjukkan bahwa *circular mission* mendapatkan nilai volume yang lebih baik daripada *grid mission*, peta kontur berikut penampang melintang dapat dilihat pada lampiran D dan E.

Sesuai dengan standar yang dikeluarkan ASTM hasil perbandingan ditampilkan dalam bentuk persen.

Tabel 4.6. Perbandingan Tonase *Stockpile* 01-BK bulan November 2018

Misi	Tonase Survei (Ton)	Tonase Timbangan (Ton)	Perbedaan Tonase Survei dan Timbangan (Ton)	Persentase Perbedaan (%)
<i>Grid Mission</i>	8.978,212	9.144,672	-166.460	-1.82
<i>Circular Mission</i>	9.258,347		113.675	1.24

nilai persentase perbandingan tonase kurang dari 2,78 % sesuai dengan standar yang dikeluarkan ASTM. Dari hasil perhitungan tersebut dapat dikatakan hasil perhitungan tonase dengan survei fotogrametri menggunakan *grid mission* dan *circular mission* telah memenuhi spesifikasi dalam survei *stockpile*.

Dari analisis perbandingan tonase volume *stockpile* ada beberapa faktor yang mempengaruhi adanya selisih antara tonase *grid mission* dan *circular mission* terhadap tonase timbangan menurut peneliti antara lain :

1. Permukaan *bedding* (alas) yang tidak bersih sehingga ada material sisa yang mempengaruhi perhitungan volume.
2. GCP (Ground Control Point) yang tidak terlihat jelas sehingga saat pengolahan data mengakibatkan berkurangnya akurasi.
3. Faktor cuaca yang berbeda pada saat misi dilakukan menentukan hasil foto yang akan diambil, karena bedanya cahaya pada saat pengambilan foto.
4. Terdapat kesalahan pada fotonya sendiri berupa *blur* ataupun *distorsi* yang akan mempengaruhi akurasi dari foto.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Tahapan Kegiatan dan Perhitungan Volume *Stockpile* Menggunakan *Grid Mission* dan *Circular Mission* pada Fotogrametri Jarak Dekat

Tahapan kegiatan survei fotogrametri menggunakan *grid mission* dan *circular mission* pada CV. Bunda Kandung dibagi menjadi tiga tahap yaitu :

1. Tahap pengambilan data

Dimulai dengan menentukan AOI (*Area Of Interest*) pada area *stockpile* yang akan dihitung untuk membuat batas (*boundary*) sebagai acuan untuk membuat *grid mission* dan *circular mission*.

Setelah batas (*boundary*) selesai diolah dengan format shp dan kml / kmz menggunakan *Arcgis*, selanjutnya dilakukan pembuatan penanda GCP (*ground control point*) berupa tanda plus (+) yang memiliki empat sayap dan memotong titik kontrol dengan bahan sticker *oracal* berwarna hijau dengan ukuran 100 x 20 cm untuk masing – masing sayap, yang kemudian dipasang pada titik tertinggi dan titik terendah (alas) *stockpile* BK-01. Koordinat titik kontrol akan diukur menggunakan *total station CX series* dengan berpatokan pada *benchmark* yang terletak pada sekitar area *stockpile* sebagai base lokal.

Selanjutnya dengan menggunakan aplikasi *Fix4D Capture* diolah dua misi penerbangan yaitu *grid mission* dan *circular mission* dimana misi harus mengcover seluruh area yang akan dihitung, pembuatan misi membutuhkan *boundary* yang sudah dibuat dengan format kml / kmz

supaya misi yang dibuat sesuai dengan kebutuhan, pengaturan misi dapat dilihat pada tabel 4.2 dan 4.3.

Tahap selanjutnya penerbangan / *flight*, sebelum melaksanakan penerbangan ada beberapa hal yang harus dilakukan peneliti / pilot yaitu:

1. Cek cuaca dan keadaan sekitar tempat dilakukannya penerbangan apakah ada *obstacle* di area sekitar misi.
2. Cek UAV beserta perangnya (baterai, baling – baling, *remote*, *memory card*) apakah dalam kondisi normal.
3. Memastikan kompas sudah dikalibrasi.
4. Cek kekuatan satelite GPS.
5. Pilot dalam kondisi fit (tidak sakit, mengantuk, ataupun mabuk)
6. Posisi *take off* dan misi harus berada $\leq 500\text{m}$ dalam jangkauan *remote*.

Kemudian setelah semua kondisi sudah terpenuhi maka UAV dinyatakan siap untuk *take off*. Saat berada dalam misi, pilot harus terus memastikan bahwa UAV tetap terkoneksi dan gerakan tetap sesuai arah misi sampai UAV dipastikan *landing*.

Penerbangan pertama untuk grid mission dilakukan pada siang hari jam 10.20 WIB dan circular mission pada jam 10.40 WIB keadaan cuaca dapat dilihat pada gambar 4.7.

2. Pengolahan Data Menggunakan *Agisoft Metashape*

Pisahkan foto dari kedua misi yang telah didapat menjadi dua *chunk* dimana *chunk 1* adalah *grid mission* dan *chunk 2 circular mission* setelah itu tambahkan foto yang telah diambil oleh masing- masing misi kedalam *chunk* sesuai pembagiannya.

Setelah foto selesai ditambahkan masing - masing foto dari *chunk* telah siap untuk di *align*. *Align* dilakukan untuk mengidentifikasi titik yang ada di masing – masing foto dan melakukan proses *matching* titik yang sama di dua atau lebih foto. Proses *align photos* akan menghasilkan model 3D awal, posisi kamera dan foto – foto di setiap perekaman, dan *sparse point clouds* yang akan digunakan di tahap berikutnya.

Input GCP / Transformasi koordinat dimaksudkan untuk memperbaiki referensi koordinat yang didapatkan oleh wahana UAV sehingga dapat menghasilkan DEM dan *orthophoto* yang lebih akurat.

Pembentukan *Dense Cloud* dilakukan untuk mengumpulkan kumpulan titik yang dihasilkan dari foto udara yang nantinya dapat diolah untuk menghasilkan DEM (*Digital Elevation Model*) dan *orthophoto*.

Selanjutnya *Build Mesh*, pada tahap ini dari *point cloud* yang sudah didapat akan dibuat model 3D. Membuat model 3D dengan sumber data *dense cloud* yang sudah diolah akan memiliki titik yang lebih banyak dan lebih rapat. *Build mesh* merupakan tahap sebelum

pembuatan *Orthophoto (build texture)* dan DEM, *build texture* tidak akan bisa diakses sebelum build mesh dilakukan.

Build Digital Elevation Model (DEM), digunakan untuk menggambarkan objek 3D yang telah di proses dari *dense cloud*, *sparse cloud* ataupun *mesh* dengan tampilan gradasi warna untuk menunjukkan perbedaan tinggi yang nantinya bisa di export dalam format Tiff.

Orthophoto dapat dibuat setelah tahap diatas selesai dilakukan sehingga diperoleh foto udara yang telah menjadi satu kesatuan yang telah dikoreksi secara geometris sehingga skala dan orientasi foto serupa.

3. Perhitungan volume *stockpile* menggunakan *software global mapper* dengan metode *cut & fill*

Open data DEM yang sudah di *export* dalam format Tiff ke dalam *software global mapper*, kemudian import *boundary* yang sudah disiapkan dalam format Shp. seleksi area yang akan di hitung dengan mengcover area sesuai dengan *boundary* yang telah di import kedalam layer menggunakan *measure tool* (Alt + M). Setelah area yang akan dihitug tercover / selesai diseleksi maka *measure volume / cut and fill* (Ctrl + Alt + M) dapat diaktifkan kemudian kita bisa mengatur tinggi *base*, *volume units* dll. setelah itu perhitungan volume dapat dilakukan.

Dengan menggunakan *software global mapper* hasil perhitungan volume batubara pada *grid mission* didapat sebesar 7.182,570 m³ dan *circular mission* sebesar 7.406,678 m³.

4.2.2 Analisis Perbandingan Tonase Batubara menggunakan *Grid Mission* dan *Circular Mission* pada Fotogrametri Jarak Dekat (*Close Range Fotogrammetry*) dengan Tonase Timbangan

Analisis hasil dilakukan dengan melihat persentase hasil perbandingan antara tonase survei fotogrametri dengan hasil tonase timbangan mengacu pada metode pengujian yang dilakukan ASTM (D6542, D6347, dan D6172) dengan toleransi 2,78% . Berdasarkan nilai persentase yang didapat antara survei fotogrametri dengan timbangan pada tabel 4.4, nilai persentase perbandingan tonase dari *circular mission* lebih mendekati nilai sebenarnya dari timbangan, dapat dilihat pula pada tabel 4.2 dan 4.3 bahwa durasi terbang dari *circular mission* lebih singkat dan jumlah foto yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan *grid mission* maka dapat dikatakan, untuk perhitungan volume pada stockpile BK-01 dengan bentuk dan ukuran yang sudah di deskripsikan maka *circular mission* lebih ideal untuk digunakan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian perbandingan *grid mission* dan *circular mission* dalam metode fotogrametri jarak dekat (*close range photogrammetry*) untuk perhitungan volume *stockpile* batubara pada CV. Bunda Kandung dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Tahapan kegiatan dan perhitungan volume *stockpile* dibagi menjadi 3 (tiga) tahap yaitu pengambilan data, pengolahan data dan perhitungan volume. Saat pengambilan data perlu adanya Penentuan AOI (*Area Of Interest*), Penentuan GCP (*Ground Control Point*), Pembuatan Misi Menggunakan *Fix4D Capture*, Penerbangan / *Flight* kemudian *Take off* dan *landing*. Selanjutnya Pada Pengolahan Data ada berbagai tahapan sebelum bisa di lakukan perhitungan nantinya yaitu Membuat *Chunk*, *Add Foto*, *Align Foto*, *Input GCP* / Transformasi Koordinat, *Dense Cloud*, *Build Mesh*, *Build DEM* dan *Build Orthophoto*. Setelah itu Perhitungan volume dari setiap misi dilakukan menggunakan *software global mapper* dengan metode *cut and fill*, hasil perhitungan volume batubara pada *grid mission* didapat sebesar 7.182,570 m³ dan *circular mission* sebesar 7.406,678 m³.
2. Hasil perhitungan tonase survei fotogrametri menggunakan *grid mission* dan *circular mission* masing – masing memiliki perbedaan

terhadap tonase timbangan. Dimana selisih hasil perhitungan tonase survei fotogrametri menggunakan *grid mission* terhadap tonase timbangan pada *stockpile* 01-BK adalah sebesar -1.82 % sedangkan selisih antara tonase survei fotogrametri menggunakan *circular mission* terhadap tonase timbangan sebesar 1.24 %. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan hasil terhadap tonase batubara menggunakan *grid mission* dan *circular mission* dengan tonase timbangan, namun masih memenuhi standar toleransi ASTM sebesar 2,78%, dimana *circular mission* menghasilkan kontur dan penampang dengan kualitas yang lebih baik dan memberikan nilai yang lebih mendekati timbangan dengan demikian *grid mission* dan *circular mission* telah memenuhi spesifikasi dalam survei *stockpile*.

5.2. Saran

1. Adanya pengecekan terjadwal dari Elevasi Base *stockpile* supaya data yang didapatkan lebih mendekati nilai sebenarnya.
2. Permukaan base yang tidak rata juga akan mempengaruhi perhitungan volume, maka perlu adanya penanganan ekstra terhadap *stockpile* yang aktif digunakan.
3. Penggunaan UAV dengan penelitian dengan skala yang lebih besar sebaiknya dilakukan dengan instrumen / alat yang lebih canggih untuk mendapatkan data yang lebih luas dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Fauzi, Adam Irwansyah. 2015. *Pengukuran Volume Lubang Bukaan Dan Stockpile Tambang Emas*. Program Studi Teknik Geomatika, Jurusan Teknologi Infrastruktur Dan Kewilayahan, Institut Teknologi Sumatera.
- Halimi, Khairul. 2018. *Permodelan dan Perhitungan Volume Stock Dengan Wahana UAV (Unmanned Aerial Vehicle) Pada Wilayah PT. Lhoong Setia Mining*. Program Studi Teknik Pertambangan, Jurusan Teknik Kebumihan, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala. Darussalam, Banda Aceh.
- Mulia, Defry dan Hapsari, Hepi. 2014. *Studi Fotogrametri Jarak Dekat (Close Range Photogrammetry) Dalam Penentuan Volume Suatu Objek*. Jurusan Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya.
- Permana, Widastama Angga. 2014. *Perhitungan Volume Stockpile Batubara Metode Cut And Fill Menggunakan Berbagai Jenis Perangkat Lunak*. Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Pradana, Dendy Syahrir. 2016. *Perbandingan Volume Stockpile Batubara Menggunakan Fotogrametri Jarak Dekat dan Pemetaan Teristris*. Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- P, Liu. 2018. *Survey Mapping Using Drone*. Pontianak.
- Walpole, R. E. 1995. *Pengantar Statistika Edisi ke-3*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- CV. Bunda Kandung. 2018. *Koordinat Geografis Batas IUP CV. BK seluas 3.930 Ha*
- Peta Geologi Lembar Buntok. 1994. Kalimantan
- Aerogeosurvey (2016, 8 September). *Apa Itu Ground Control Point (GCP)?*. Dikutip 24 Februari 2019 dari: <http://aerogeosurvey.com/2016/09/08/apa-itu-ground-control-point-gcp/>
- Camera.co.id (2016,26 November). *Mengenal & Perbedaan DJI Phantom 3 Series*. Dikutip 24 Februari 2019 dari :https://camera.co.id/news/mengenal-and-perbedaan-dji-phantom-3-series-perbedaan-dji-phantom-3-professional-advanced-standard-4k/#.XRrYG6_VI_4

Fix4d. *Witch Type Of Mission To Choose*. Dikutip 24 Februari 2019 dari Fix4d: <https://support.pix4d.com/hc/en-us/articles/209960726--Android-iOS-Which-type-of-mission-to-choose>

P, Liu (2018, 13 September). *Merancang Misi Penerbangan Drone Untuk Pemetaan*. Dikutip 24 Februari 2019 dari Liu Purnomo: <https://www.liupurnomo.com/tutorial-pix4d>

Wikipedia (2016, 30 Oktober). *Pesawat Tanpa Awak*. Dikutip 24 Februari 2019 dari Wikipedia: https://id.wikipedia.org/wiki/Pesawat_tanpa_awak

